

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年5月6日 (06.05.2004)

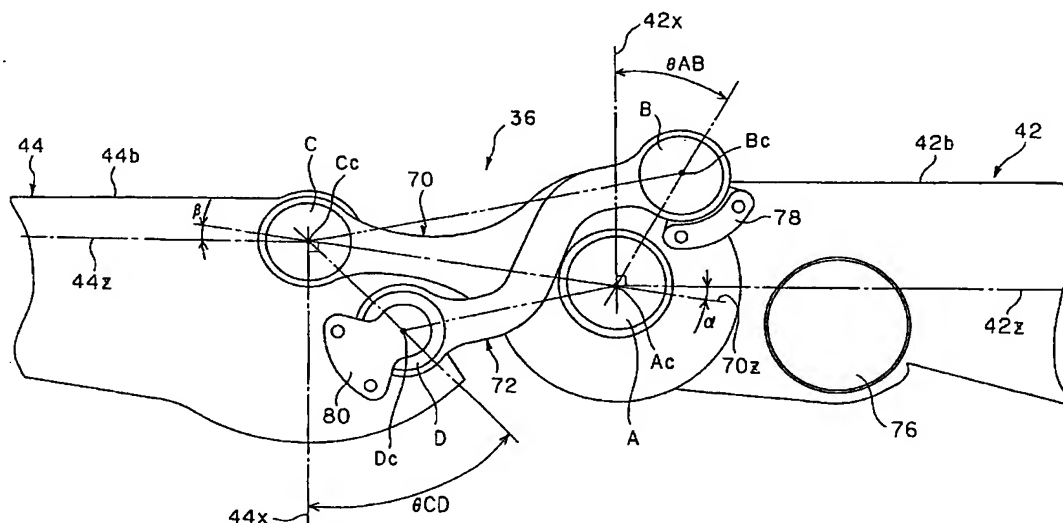
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/037499 A1

- (51) 国際特許分類⁷: B25J 17/00
 (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013328
 (22) 国際出願日: 2003年10月17日 (17.10.2003)
 (25) 国際出願の言語: 日本語
 (26) 国際公開の言語: 日本語
 (30) 優先権データ:
 特願 2002-306880
 2002年10月22日 (22.10.2002) JP
 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒107-8556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
 (72) 発明者; および
 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 菅原 善太 (SUGAWARA, Zenta) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中
 (81) 指定国 (国内): KR, US.
 (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
 添付公開書類:
 — 国際調査報告書
 央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 松田 広志 (MATSUDA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).
 (74) 代理人: 吉田 豊 (YOSHIDA, Yutaka); 〒170-0013 東京都豊島区東池袋一丁目20番2号 池袋ホワイトハウスビル 816号 Tokyo (JP).
 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: JOINT STRUCTURE OF ROBOT

(54) 発明の名称: ロボットの関節構造



(57) Abstract: In a joint structure of a robot, a first main link (42) and a second main link (44) are connected through two movable links of a first movable link (70) and a second movable link (72) with the two movable links arranged in a crossing manner. This enables a drive angle of an entire joint (36) relative to an input to be enlarged, a movable range in a bending direction of the joint to be increased, and a limit value of a drive speed (rotational speed) to be increased.

(57) 要約: ロボットの関節構造において、第1の主リンク(42)と第2の主リンク(44)を第1の可動リンク(70)と第2の可動リンク(72)の2本の可動リンクを介して接続すると共に、それら2本の可動リンクを交差して配置する。それによって、入力に対する関節(36)全体の駆動角度を大きくすることができ、関節の屈曲方向の可動範囲を増大すると共に、駆動速度(回転速度)の限界値を上げることができる。

明細書

ロボットの関節構造

5 技術分野

この発明はロボットの関節構造に関する。

背景技術

産業用ロボットの関節構造として、従来より、4節あるいはそれ以上の節からなる平行リンク機構を介してアーム同士を連結する技術が知られている（例えば、特開平10-296680号公報（段落0002, 0008, 0012、図2, 3, 5および6）参照）。

また、リンク同士を1軸で連結したロボットの関節構造も知られている。一般にロボットは、リンクの外側をカバーで覆い、内部構造を露出させないことが防塵性あるいは安全性などの観点から好ましい。このため、例えば脚式移動ロボットにおいて、リンク同士（例えば上腿リンクと下腿リンク）を1軸で連結する（即ち、上腿リンクと下腿リンクを他のリンク機構を介することなく直接連結する）と共に、一方のリンクを覆うカバーの端部を前記1軸を中心とした球面状とし、他方のリンクを覆うカバーの端部を前記球面状に対応した凹状とすることで、関節を回転させてもカバーとカバーの間に間隙が生じないようにしたロボットの関節構造が提案されている（例えば、特開2002-210682号公報（図4）参照）。

工場などで種々の作業に使用される据え置き型の産業用ロボットにおいて、作業ハンドの可動範囲を大きくして到達可能空間を増大させると共に、駆動速度の限界値を上げるには、基体から作業ハンドまでの関節の数やアーム（リンク）の長さ、アクチュエータの駆動力などを適宜設定することにより、対処することが可能である。他方、脚式移動ロボット、特に人間の形状を模したヒューマノイド型のロボットなどにあっては、外観上や機能上の観点から、産業用ロボットに比して関節の数やリンクの長さの設計に制約が生じる。また、自律型のロボットに

あつては、消費電力や取り付けスペースなどの関係で、使用できるアクチュエータにも制限がある。従つて、自律型の脚式移動ロボットなどにおいては、例えば腕部や脚部の可動範囲を増大させ、かつ駆動速度の限界値を上げるためには、それらを構成する個々の関節の可動範囲（回転角度）を増大させると共に、個々の

5 関節の回転速度の限界値を上げる必要がある。

脚式移動ロボットにおいて、一般的な上記1軸の関節を備える場合、リンクやそれを覆うカバーの物理的な干渉を避けるために、第23図に示す如く、回転軸100をリンク102、104の中心から外方にオフセットさせることがある。回転軸を外方にオフセットすることで、オフセットした側におけるリンクやカバー

10 一の干渉が生じ難くなり、可動範囲を大きくすることができる。

ところで、多関節型のロボットにおいては、第24図に示すように、複数の回転軸（関節）110、112、114が同一直線上に位置するような姿勢は特異点姿勢となる。ロボットは特異点姿勢をとるとき制御が発散するので、特異点が発生しないように、関節の回転角度を制約する必要がある。例えば、ヒューマ

15 ノイド型のロボットの腕部の肘関節にあつては、肘関節（回転軸112に相当）を僅かに曲げた状態から最大屈曲角までが可動範囲となる。

ここで、第23図に示したように、リンクやカバーの物理的な干渉を避けるために回転軸100を外方にオフセットすると、リンク102、104を伸張しきった状態（関節を機構上可能な位置まで伸張方向に駆動した状態）から回転軸1

20 00、106、108が同一直線上に位置する、即ち、特異点姿勢をとるまでには、第25図に示す如く、回転角 θ_{os} が必要とされる。従つて、制御上利用できる回転軸100の可動範囲（回転角度）は、機構上決定される可動範囲から θ_{os} を除いた範囲となる。この回転角 θ_{os} は回転軸100のオフセット量が大きくなるにつれて増加するため、従来技術にあつては、屈曲方向の可動範囲を大

25 きくするために回転軸をオフセットすると、伸張方向の可動範囲が大きく制約されて減少するという不具合があつた。

発明の開示

従つてこの発明の目的は、上記した課題を解決し、リンクやそれを覆うカバー

の物理的な干渉を生じることなく関節の屈曲方向の可動範囲（回転角度）を増大すると共に、特異点に起因する伸張方向の可動範囲の減少を抑制し、さらには回転速度（駆動速度）の限界値を上げるようにしたロボットの関節構造を提供することにある。

- 5 この発明は、上記した目的を達成するために、後述する請求の範囲第1項に記載する如く、第1の主リンクと第2の主リンクを第1の可動リンクと第2の可動リンクを介して連結すると共に、前記第1の主リンクに配置されたアクチュエータで前記第1の可動リンクを駆動して前記第1の主リンクと第2の主リンクを相対変位させるロボットの関節構造において、前記第1の主リンクに回転軸Aと
- 10 回転軸Bを設けると共に、前記第2の主リンクに回転軸Cと回転軸Dを設け、前記回転軸A、B、C、Dを頂点とする四角形において対角する回転軸をそれぞれ回転軸Aと回転軸C、回転軸Bと回転軸Dとしたとき、前記回転軸Aと回転軸Cを前記第1の可動リンクを介して接続する一方、前記回転軸Bと回転軸Dを前記第2の可動リンクで接続して前記第1の可動リンクと第2の可動リンクを交差
- 15 させて配置すると共に、前記回転軸Aを前記アクチュエータで駆動し、よって前記第1の可動リンクを駆動して前記第1の主リンクと第2の主リンクを相対変位させるように構成した。

このように、第1の主リンク（例えば上腕リンク）と第2の主リンク（例えば下腕リンク）を第1の可動リンクと第2の可動リンクの2本の可動リンクを介して

20 接続すると共に、それら2本の可動リンクを交差して配置するようにしたので、入力に対する関節（例えば肘関節）全体の駆動角度を大きくすることができ、関節の屈曲方向の可動範囲を増大すると共に、駆動速度（回転速度）の限界値を上げることができる。

また、2本の可動リンクの外方への突出量が小さくなるため、可動リンクとそれらを覆うカバーの物理的な干渉が生じ難くなると共に、関節が2個の回転軸を

25 支点として2段階にわたって屈曲されることとなって、第1の主リンクを覆うカバーと第2の主リンクを覆うカバーが干渉し難くなり、よって関節の屈曲方向の可動範囲を一層増大することができる。さらに、関節の回転軸を関節外方にオフセットする必要がないので、特異点に起因する伸張方向の可動範囲の減少を抑制

することができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第2項に記載する如く、前記回転軸Aと回転軸Bを、前記第1の主リンクの長手方向と直交する同一直線上あるいはその近傍に設けるように構成した。

- 5 このように、回転軸Aと回転軸Bを、第1の主リンクの長手方向と直交する同一直線上あるいはその近傍に設けるように構成したので、関節の屈曲方向の可動範囲を一層効果的に増大することができると共に、回転速度の限界値を上げることができる。

- 10 また、この発明は、後述する請求の範囲第3項に記載する如く、前記回転軸Cと回転軸Dを、前記第2の主リンクの長手方向と直交する同一直線上あるいはその近傍に設けるように構成した。

- 15 このように、回転軸Cと回転軸Dを、第2の主リンクの長手方向と直交する同一直線上あるいはその近傍に設けるように構成したので、関節の屈曲方向の可動範囲を一層効果的に増大することができると共に、回転速度の限界値を上げることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第4項に記載する如く、前記第1の可動リンクおよび第2の可動リンクの少なくともいずれかを、他方の可動リンクの回転軸と干渉しないように湾曲させるように構成した。

- 20 このように、第1の可動リンクおよび第2の可動リンクの少なくともいずれかを、他方の可動リンクの回転軸と干渉しないように湾曲させるように構成したので、第1の可動リンクと第2の可動リンクが他方の回転軸と干渉することがなく、よって関節の可動範囲をより一層増大することができる。

- 25 また、この発明は、後述する請求の範囲第5項に記載する如く、前記第1の可動リンクおよび第2の可動リンクの少なくともいずれかに、前記関節が所定の角度以上回転することを防止する過回転防止機構を設けるように構成した。

このように、第1の可動リンクおよび第2の可動リンクの少なくともいずれかに、関節が所定の角度以上回転することを防止する過回転防止機構を設けるように構成したので、特異点に起因する制御の発散や関節の過度な屈曲によってカバーが損傷するのを防止することができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第6項に記載する如く、前記関節に、前記第1の主リンク、第1の可動リンク、第2の可動リンク、第2の主リンクおよびアクチュエータの外側を覆うカバーを設けると共に、前記カバーは、前記第1の主リンクとアクチュエータを覆う第1のカバーと、前記第2の主リンクを覆う第2のカバーと、前記第1のカバーと第2のカバーの間にスライド自在に介挿され、前記第1の可動リンクと第2の可動リンクを覆うと共に、前記関節の回転に伴って生じる前記第1のカバーと第2のカバーの間隙を被覆する第3のカバーから構成されるように構成した。

このように、関節を覆うカバーを、第1のカバーと、第2のカバーと、前記第1のカバーと第2のカバーの間にスライド自在に介挿されると共に、関節の回転に伴って生じる前記第1のカバーと第2のカバーの間隙を被覆する第3のカバーから構成されるように構成したので、関節の内部構造が露出することがなく、よって前述の効果に加え、関節の防塵性および安全性を向上させることができると共に、美観を向上させることができる。

図面の簡単な説明

第1図は、この発明の一つの実施の形態に係るロボットの関節構造を脚式移動ロボットを例にとって説明するときのロボットの正面図である。

第2図は、第1図に示すロボットの右側面図である。

第3図は、第1図に示すロボットをスケルトンで示す説明図である。

第4図は、第3図に示す肘関節付近の斜視図である。

第5図は、第4図に示す肘関節を上腕第1プレートと下腕第1プレートを取り外して示す斜視図である。

第6図は、第5図に示す肘関節の拡大平面図である。

第7図は、第6図に示す肘関節をカバーも含めて示す平面図である。

第8図は、第7図に示す肘関節の駆動状態の平面図である。

第9図は、第7図に示す肘関節の駆動状態の、第8図と同様な平面図である。

第10図は、第6図に示す肘関節を伸張させた状態の腕部リンクを模式的に示す説明図である。

第11図は、第6図に示す肘関節を屈曲させた状態の腕部リンクを模式的に示す説明図である。

第12図は、第6図に示す肘関節において θ_{CD} を45度として θ_{AB} を変化させたときの θ_1 と θ_2 の関係を対比して示すグラフである。

5 第13図は、第3図に示すロボットの肩関節から手首関節までの直線距離 R と肘関節の駆動角度 $\theta_1 + \theta_2$ の関係を示すグラフである。

第14図は、第13図に示すロボットの肩関節から手首関節までの直線距離 R の最大値 R_{max} などを説明する説明図である。

10 第15図は、第7図に示す肘関節の駆動状態の、第8図と同様な平面図である。

第16図は、この発明の第2の実施の形態に係るロボットの関節構造を示す、第7図と同様な平面図である。

第17図は、第16図に示す肘関節の駆動状態の平面図である。

15 第18図は、第16図に示す肘関節の駆動状態の、第17図と同様な平面図である。

第19図は、第16図に示す肘関節の駆動状態の、第17図と同様な平面図である。

第20図は、第16図に示す肘関節において θ_{AB} を-15.5度として θ_{CD} を変化させたときの θ_1 と θ_2 の関係を対比して示すグラフである。

20 第21図は、第2の実施の形態における第13図と同様なグラフである。

第22図は、この発明の第3の実施の形態に係るロボットの関節構造を示す、第16図と同様な平面図である。

第23図は、従来のロボットの関節構造を示す説明図である。

第24図は、多関節ロボットの特異点を示す説明図である。

25 第25図は、従来のロボットの関節構造の不具合を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照してこの発明の一つの実施の形態に係るロボットの関節構造について、脚式移動ロボット、より具体的にはヒューマノイド型のロボット

(人体形状を模した脚式移動ロボット) を例にとって説明する。

第1図はその実施の形態に係るロボットの正面図であり、第2図はその右側面図である。

第1図に示すように、ロボット1は、2本の脚部リンク2を備えると共に、その上方には上体(基体)3が設けられる。上体3のさらに上方には頭部4が形成されると共に、上体3の両側には2本の腕部リンク5が連結される。また、第2図に示すように、上体3の背部には格納部6が設けられ、その内部には電子制御ユニットやバッテリー電源などが収容される。尚、第1図および第2図に示すロボット1は、内部構造を保護するためのカバーで被覆される。

10 第3図はロボット1をスケルトンで示す説明図である。同図を参照して関節の個数と位置を説明すると、図示の如く、ロボット1は、左右それぞれの脚部リンク2に6個の関節を備えると共に、腕部リンク5に5個の関節を備える。

脚部リンク2において、6個の関節は重力方向において上方から順に、股(腰部)の脚部回転用(Z軸まわり)の関節10R, 10L(右側をR、左側をLとする。以下同じ)、股(腰部)のピッチ方向(Y軸まわり)の関節12R, 12L、同ロール方向(X軸まわり)の関節14R, 14L、膝部のピッチ方向の関節16R, 16L、足首のピッチ方向の関節18R, 18L、および同ロール方向の関節20R, 20Lから構成される。即ち、股関節(あるいは腰関節)は関節10R(L), 12R(L), 14R(L)から、膝関節は関節16R(L)から、足首関節は関節18R(L), 20R(L)から構成される。

足首関節18R(L), 20R(L)の下部には足平22R, Lが取り付けられると共に、股関節10R(L), 12R(L), 14R(L)と膝関節16R(L)とは大腿リンク24R, Lで連結され、膝関節16R(L)と足首関節18R(L), 20R(L)とは下腿リンク26R, Lで連結される。

25 一方、腕部リンク5において、5個の関節は重力方向において上方から順に、肩部のピッチ方向の関節30R, 30L、同ロール方向の関節32R, 32L、腕部回転用の関節34R, 34L、肘部のピッチ方向の関節36R, 36L、手首回転用の関節38R, 38Lから構成される。即ち、肩関節は関節30R(L), 32R(L), 34R(L)から、肘関節は関節36R(L)から、手首関節

は関節 38 R (L) から構成される。

- 手首関節 38 R (L) の先にはハンド (エンドエフェクタ) 40 R, 40 L が取り付けられると共に、肩関節 30 R (L), 32 R (L), 34 R (L) と肘関節 36 R (L) とは上腕リンク 42 R, L で連結され、肘関節 36 R (L) と手
5 首関節 38 R (L) とは下腕リンク 44 R, L で連結される。

- 頭部 4 は、鉛直軸まわりの首関節 46 と、それと直交する軸まわりに頭部 4 を回転させる頭部揺動機構 48 を介して上体 3 に連結される。また、頭部 4 の内部には撮像した画像信号を出力する、CCD カメラからなる視覚センサ 50 が配置
10 されると共に、レシーバおよびマイクロフォンからなる音声入出力装置 52 が配置される。

また、同図に示す如く、足首関節 18, 20 R (L) と足平 22 R (L) の接地端の間には、公知の 6 軸力センサ (床反力検出器) 56 R (L) が取り付けられ、力の 3 方向成分 F_x , F_y , F_z とモーメントの 3 方向成分 M_x , M_y , M_z を示す信号を出力する。

- 15 また、手首関節 38 R (L) とハンド 40 R (L) の間にも同種の 6 軸力センサ 58 R (L) が取り付けられ、ロボット 1 に作用する床反力以外の外力、具体的にはハンド 40 R (L) に対象物から作用する外力 (対象物反力) の 3 方向成分 F_x , F_y , F_z とモーメントの 3 方向成分 M_x , M_y , M_z を示す信号を出力する。

- 20 さらに、上体リンク 60 には傾斜センサ 62 が設置され、Z 軸 (鉛直方向 (重力方向)) に対する傾きとその角速度を示す信号を出力する。また、各関節を駆動する電動モータ (アクチュエータ。図示せず) には、その回転量を示す信号を出力するロータリーエンコーダ (図示せず) が設けられる。

- 25 これら 6 軸力センサ 56 R (L), 58 R (L) および傾斜センサ 62 などの出力は、格納部 6 の内部に設けられた制御ユニット 64 に入力される。制御ユニット 64 はマイクロコンピュータからなり、メモリ (図示せず) に格納されているデータおよび入力された検出値に基づき、各関節を駆動する電動モータ (同図で図示せず) の制御値を算出する。

このように、ロボット 1 は左右の脚部リンク 2 R (L) のそれぞれについて 6

つの自由度を与えられ、これら $6 \times 2 = 12$ 個の関節を駆動する電動モータを制御ユニット 64 で算出された制御値に基づいて動作させることにより、足全体に所望の動きを与えることができ、ロボット 1 を任意に 3 次元空間を移動させることができる。また、左右の腕部リンク 5 R (L) のそれぞれについても 5 つの自由
5 度 (ハンド 40 R (L) を除く) を与えられ、これら $5 \times 2 = 10$ 個の関節を駆動する電動モータを制御ユニット 64 で算出された制御値に基づいて動作させることにより、腕全体に所望の動きを与えることができ、任意の動作 (作業) を行なわせることができる。

続いて、第 4 図以降を参照してロボット 1 の関節構造について詳説する。尚、
10 以下、肘関節 36 R (L) を例に挙げて説明するが、肘関節 36 R (L) の構造は左右対称のため、以下の説明において符合 R, L は省略する。

第 4 図は、肘関節 36 付近の斜視図である。尚、同図は、内部構造を保護するためのカバーを取り外した状態で示す。

図示の如く、上腕リンク 42 は、第 1 のプレート (以下、「上腕第 1 プレート
15 」と呼ぶ) 42 a と第 2 のプレート (以下、「上腕第 2 プレート」と呼ぶ) 42 b から構成される。上腕第 1 プレート 42 a と上腕第 2 プレート 42 b は、図示しないボルトで固定される。また、下腕リンク 44 は、同様に第 1 のプレート (以下、「下腕第 1 プレート」と呼ぶ) 44 a と第 2 のプレート (以下、「下腕第 2 プレート」
20 と呼ぶ) 44 b から構成され、それらも図示しないボルトで固定される。

第 5 図は、第 4 図に示す肘関節 36 を、上腕第 1 プレート 42 a と下腕第 1 プレート 44 a を取り外して示す斜視図である。

同図に示すように、上腕リンク 42 には、回転軸 A と回転軸 B が設けられる。回転軸 A は、上腕第 1 プレート 42 a および上腕第 2 プレート 42 b に設けられた突出部と、その外周に配置されたベアリング (共に図示せず) とからなる。また、
25 回転軸 B は、上腕第 1 プレート 42 a に設けられた突出部と、その外周に配置されたベアリングとからなる。回転軸 A と回転軸 B の回転中心 (線) をそれぞれ A c, B c で示す。

また、下腕リンク 44 には、回転軸 C と回転軸 D が設けられる。回転軸 C は、

下腕第1プレート44aおよび下腕第2プレート44bに設けられた突出部と、その外周に配置されたベアリングとからなる。回転軸Dも同様である。回転軸Cと回転軸Dの回転中心(線)をそれぞれCc、Dcで示す。

肘関節36は、第1の可動リンク70と第2の可動リンク72を備える。第1の可動リンク70の一端は回転軸Aに固定されると共に、他端は回転軸Cに回動自在に接続される。一方、第2の可動リンク72の一端は回転軸Bに回動自在に接続されると共に、他端は回転軸Dに回動自在に接続される。即ち、上腕リンク42と下腕リンク44は、第1の可動リンク70と第2の可動リンク72を介して相対変位自在に接続される。

また、上腕リンク42において、回転軸Aおよび回転軸Bより上方(肩部方向)には、電動モータ(アクチュエータ)76が配置される。電動モータ76の出力は、図示しない減速機を介して回転軸Aに伝達され、回転軸Aに固定された第1の可動リンク70を駆動する。これにより、上腕リンク42と下腕リンク44は相対変位させられる。

第6図は、第5図に示す肘関節36を拡大して示す平面図である。尚、同図において符合78は、回転軸Bを上腕第1プレート42aで支持するための部材を示し、符合80は、回転軸Dを下腕第1プレート44aで支持するための部材を示す。これらの部材78、80は、第4図および第5図において図示を省略した。

第6図に示すように、回転軸A、B、C、Dの回転中心Ac、Bc、Cc、Dcを頂点とする四角形において、対角する回転軸はそれぞれ、回転軸Aと回転軸C、回転軸Bと回転軸Dとなる。即ち、回転軸Aと回転軸Cを第1の可動リンク70で接続すると共に、回転軸Bと回転軸Dを第2の可動リンク72で接続することにより、これら第1の可動リンク70と第2の可動リンク72を交差して配置するようにした。また、第2の可動リンク72は、回転軸Aに干渉しないように、回転軸Aを回避する湾曲状、より具体的には、S字状に形成される。

第7図は、第6図に示す肘関節36をカバーも含めて示す平面図である。

同図に示すように、肘関節36には、各リンクの外側を覆うカバー(ケーシング)が設けられる。カバーは、上腕リンク42と電動モータ76を覆う第1のカ

バー 8 4 と、下腕リンク 4 4 を覆う第 2 のカバー 8 6 と、前記第 1 のカバー 8 4 と第 2 のカバー 8 6 の間にスライド自在に介挿されて第 1 の可動リンク 7 0 と第 2 の可動リンク 7 2 を覆う第 3 のカバー 8 8 とからなる。

第 8 図および第 9 図は、第 7 図に示す肘関節 3 6 を駆動した状態を示す平面図である。

第 8 図および第 9 図に示すように、回転軸 A を回転させて第 1 の可動リンク 7 0 を屈曲方向に駆動すると、回転軸 B と回転軸 C を結ぶ直線の距離は短くなる。このとき、回転軸 B と回転軸 D を結ぶ直線の距離ならびに回転軸 C と回転軸 D の相対位置関係は不変であることから、下腿リンク 4 4 は、回転軸 C を支点として、さらに屈曲方向に駆動される。

第 10 図は、肘関節 3 6 が伸張しきった状態の腕部リンク 5 を模式的に示す説明図である。ここで、肘関節が伸張しきった状態とは、機構上決定される伸張方向の可動限界まで肘関節 3 6 を駆動した状態を意味する（肩関節と手首関節を結ぶ直線が最長となった状態とは必ずしも一致しない）。

同図において、E L 1 は、肘関節 3 6 のうち回転軸 A を意味し、E L 2 は、肘関節 3 6 のうち回転軸 C を意味する。また、角度 α は、第 6 図に示すように、肘関節 3 6 が伸張しきった状態における上腕リンク 4 2 の長手方向（4 2 z で示す）と第 1 の可動リンク 7 0 の長手方向（7 0 z で示す）のなす角度であり、角度 β は、第 1 の可動リンク 7 0 の長手方向と下腕リンク 4 4 の長手方向（4 4 z で示す）のなす角度である。

第 10 図に示す腕部リンク 5 において、電動モータによって E L 1、即ち、回転軸 A を $\theta 1$ だけ駆動すると、第 11 図に示す如く、上腕リンク 4 2 の長手方向と第 1 の可動リンク 7 0 の長手方向のなす角度は、 $\alpha + \theta 1$ となる。さらに、E L 2、即ち、回転軸 C を支点として下腕リンク 4 4 が駆動されることにより、第 1 の可動リンク 7 0 の長手方向と下腕リンク 4 4 の長手方向のなす角度は、 $\theta 2 - \beta$ となる。よって、肘関節 3 6 全体としての駆動角度は、 $\theta 1 + \theta 2$ となる。ここで、 $\theta 2$ は、以下の数 1 に示す式で表すことができる。

$$\theta 2 = \theta C D + \alpha - 2 \tan^{-1} \frac{b' - c \sin(\theta 1 + \alpha - \theta A B) - \sqrt{d c' - \{a - b' \sin(\theta 1 + \alpha - \theta A B) - c'\}^2}}{a - b \sin(\theta 1 + \alpha - \theta A B) - c \cos(\theta 1 + \alpha - \theta A B)} \quad [\text{度}]$$

・ ・ 数 1

上式において、 θ_{AB} は、第6図に示す如く、上腕リンク42の長手方向（42z）と直交する方向（42xで示す）と、回転軸Aと回転軸Bの回転中心AcとBcを結ぶ線のなす角度であり、この実施の形態にあつては30度（回転軸Aより回転軸Bを重力方向上方（肩部側）に配置した場合を正の角度とし、逆の場合を負の角度とする）である。また、 θ_{CD} は、下腕リンク44の長手方向（44zで示す）と直交する方向（44xで示す）と、回転軸Cと回転軸Dの回転中心Cc、Dcを結ぶ線のなす角度であり、この実施の形態にあつては45度（回転軸Cより回転軸Dを重力方向上方（肩部側）に配置した場合を正の角度とし、逆の場合を負の角度とする）である。

また、値a、b、b'、c、c'およびdは、回転軸Aと回転軸Cの軸間距離（具体的には、回転中心AcとCcの直線距離。即ち、第1の可動リンク70の軸間距離）を r_{AC} 、回転軸Bと回転軸Dの軸間距離（具体的には、回転中心BcとDcの直線距離。即ち、第2の可動リンク72の軸間距離）を r_{BD} 、回転軸Aと回転軸Bの軸間距離を r_{AB} 、回転軸Cと回転軸Dの軸間距離を r_{CD} としたとき、以下の数2に示す各式で表すことができる。

$$a = r_{AC}^2 + r_{AB}^2 + r_{CD}^2 - r_{BD}^2$$

$$b = 2r_{AC} \times r_{AB}$$

$$b' = 2r_{AC} \times r_{CD}$$

$$c = 2r_{AB} \times r_{CD}$$

$$c' = 2r_{CD}^2$$

$$d = 2r_{BD}^2$$

・ ・ 数 2

また、回転軸Aと回転軸Bの軸間距離 r_{AB} と、回転軸Cと回転軸Dの軸間距離 r_{CD} が等しいときは、値bとb'が等しくなると共に、値cとc'が等しくなるので、上記 θ_2 を以下の数3で示す式で表すことができる。

$$\theta_2 = \theta_{CD} + \alpha - 2 \tan^{-1} \frac{b - c \sin(\theta_1 + \alpha - \theta_{AB}) - \sqrt{dc - \{a - b \sin(\theta_1 + \alpha - \theta_{AB}) - c\}^2}}{a - b \sin(\theta_1 + \alpha - \theta_{AB}) - c \cos(\theta_1 + \alpha - \theta_{AB})} \quad [\text{度}]$$

・ ・ 数 3

ここで、数3で示す式中の値 a , b , c および d は、以下の数4で示す各式で表される。

$$a=rAC^2+2rAB^2-rBD^2=rAC^2+2rCD^2-rBD^2$$

$$b=2rAC \times rAB=2rAC \times rCD$$

$$5 \quad c=2rAB^2=2rCD^2$$

$$d=2rBD^2$$

・ ・ 数4

第12図は、 θCD を45度として θAB を変化させたときの $\theta 1$ と $\theta 2$ の関係を対比して示すグラフである。

- 10 同図に示すように、 θCD を45度、 θAB を30度としたとき、 $\theta 1$ の増加に略比例して、略一对一の関係で $\theta 2$ が増加することがわかる。即ち、減速機を介して電動モータ76から入力される回転角度（回転軸Aの回転角度。即ち、 $\theta 1$ ）に対して倍の回転角度（肘関節36全体の回転角度。即ち、 $\theta 1 + \theta 2$ ）が出力されることとなる。従って、肘関節36の屈曲方向の可動範囲を増大すると
- 15 共に、同一入力に対する肘関節36の駆動速度（回転速度）の限界値を上げることができる。

尚、前出の第8図は、 $\theta 1$ が30度、 $\theta 2$ が19.2度、即ち、 $\theta 1 + \theta 2$ が49.2度のときの肘関節36を示す。また、第9図は $\theta 1$ が55度、 $\theta 2$ が44度、即ち、 $\theta 1 + \theta 2$ が99度のときの肘関節36を示す。

- 20 第8図および第9図の説明を続けると、第1の可動リンク70と第2の可動リンク72の2本の可動リンクを交差して配置していることから、肘関節36が大きく駆動されても、可動リンク70、72の関節外方への突出量が小さく、よって可動リンク70、72とカバーの物理的な干渉が生じ難くなる。また、肘関節36が2段階にわたって屈曲される（支点となる回転軸が2個（回転軸Aと回転
- 25 軸C）存在する）ことから、第1のカバー84と第2のカバー86の干渉の可能性も低減することができる。

さらに、第2の可動リンク72がS字状に形成されていることから、肘関節36を駆動した際、第2の可動リンク72が第1の可動リンク70が接続される回転軸Aおよび回転軸Cに干渉することがないため、肘関節36の屈曲方向の可動

範囲を一層増大させることができる。

また、肘関節 36 を駆動（回転）すると、第 1 のカバー 84 と第 2 のカバー 86 が相対変位するため、それらの間に間隙が生じる（間隙の大きさが変化する）が、前記したように、第 3 のカバー 88 が第 1 のカバー 84 と第 2 のカバー 86 の間にスライド自在に介挿されるため、前記間隙を第 3 のカバー 88 で被覆することができ、よって肘関節 36 の防塵性および安全性を向上させることができる。さらに、ロボット 1 の美観を向上させることができる。

次いで、腕部リンク 5 の特異点について説明する。第 13 図は、肩関節 30, 32, 34 から手首関節 38 までの直線距離（ R とする）と肘関節 36 の駆動角度 $\theta_1 + \theta_2$ の関係を示すグラフである。尚、同図において、 $\theta_1 + \theta_2$ が 0 度とは、腕部リンク 5 が伸張しきった状態（肘関節 36 を機構上可能な位置まで伸張方向に駆動した状態。第 14 図の上段において、 $R_{1\max}$ と示す）を意味する。

第 14 図の上段に示す状態（肘関節 36 を機構上可能な位置まで伸張方向に駆動した状態）から、肘関節 36 を屈曲方向に駆動すると、腕部リンク 5 の各関節（肩関節、肘関節および手首関節）が同一直線上に位置して特異点姿勢をとる。このとき、肩関節 30, 32, 34 から手首関節 38 までの直線距離 R は、最大値となる（第 14 図の中段において、 R_{\max} と示す）。

ロボットが特異点姿勢をとるとき、その位置姿勢制御の制御量が発散することから、機構上決定される可動範囲（第 14 図の下段において、 $\theta_{EL\max}$ と示す）のうち、特異点姿勢を通過しない範囲が制御上利用できる回転角度（ θ_{ELc} と示す）となる。換言すれば、 $\theta_1 + \theta_2$ のうち、0 度（ $R = R_{1\max}$ ）から、 R が最大値 R_{\max} となる角度までは、制御上利用することのできない回転角度（ θ_{FLCerr} と示す）となる。

この実施の形態にあつては、第 13 図に示す如く、 $\theta_1 + \theta_2$ がおよそ 2.8 度のときに R が最大値 R_{\max} となることから、0 度から 2.8 度までが制御上利用できない回転角度となる。この値は、従来の一般的な 1 軸の関節に比して 1/4 程度と小さい。これは、上腕リンク 42 と下腕リンク 44 を第 1 の可動リンク 70 と第 2 の可動リンク 72 の 2 本の可動リンクを介して接続すると共に、そ

れら2本の可動リンク70, 72を交差して配置することで、第1のカバー84と第2のカバー86の干渉が生じ難くなり、肘関節36の回転軸線を関節外方にオフセットする必要がなくなったことに起因する。

5 このように、この実施の形態に係るロボット1の関節構造にあつては、上腕リンク42と下腕リンク44を第1の可動リンク70と第2の可動リンク72の2本の可動リンクを介して接続すると共に、それら2本の可動リンク70, 72を交差して配置するようにしたので、入力に対する肘関節36全体の駆動角度を大きくすることができ、肘関節36の屈曲方向の可動範囲を増大すると共に、同一入力に対する肘関節36の駆動速度（回転速度）の限界値を上げることができ
10 る。

また、2本の可動リンク70, 72の外方への突出量が小さくなるため、可動リンク70, 72とそれらを覆う第3のカバー88の物理的な干渉の可能性を低下できると共に、肘関節36が2個の回転軸A, Cを支点として2段階にわたって屈曲されるため、第1のカバー84と第2のカバー86が干渉し難くなり、よ
15 って肘関節36の屈曲方向の可動範囲を一層増大することができる。さらに、肘関節36の回転軸を関節外方にオフセットする必要がないので、肘関節36の伸張方向の可動範囲の減少を抑制することができる。

さらに、肘関節36を駆動した際、第2の可動リンク72が第1の可動リンク70が接続される回転軸Aおよび回転軸Cに干渉しないように、第2の可動リンク72を回転軸Aおよび回転軸Cを回避する湾曲状、より具体的には、S字状に湾曲させて形成したので、肘関節36の可動範囲をより一層増大することができ
20 る。

また、第3のカバー88が、第1のカバー84と第2のカバー86の間にスライド自在に介挿されることから、肘関節36の回転に伴って生じる第1のカバー84と第2のカバー86の間隙を第3のカバー88で被覆することができるため、肘関節36を駆動しても関節の内部構造が露出することがなく、よって前述の効果に加え、肘関節36の防塵性および安全性を向上させることができる。さら
25 に、ロボット1の美観を向上させることができる。

また、上記において関節として肘関節36を例に挙げて説明したが、この実施

の形態に係るロボットの関節構造は、膝関節 16 などにも同様に妥当する。

尚、第 12 図に示すように、 θ_{AB} を 0 度付近に設定したとき、 θ_1 の増加量に対する θ_2 の増加量は最も大きくなる。従って、 θ_{AB} を 0 度付近に設定する、即ち、上腕リンク 42 の長手方向 ($42z$) と直交する同一直線上 ($42x$)
5 あるいはその近傍に回転軸 A と回転軸 B を設けることにより、肘関節 36 の屈曲方向の可動範囲をより一層増大することができると共に、同一入力に対する肘関節 36 の駆動速度を上げることができる。但し、 θ_1 の増加量に対する θ_2 の増加量が大きくなるほど肘関節 36 の駆動トルクは小さくなるので、使用するアクチュエータや目的とする動作 (作業) に応じて θ_{AB} を適宜設定すべきであること
10 とは言うまでもない。この実施の形態にあっては、可動範囲の増大と駆動速度の向上、さらには駆動トルクの確保を最適にバランスさせるため、 θ_{AB} を 30 度に設定した。

一方、この実施の形態においては、前記したように第 2 の可動リンク 72 を S 字状に形成したため、第 15 図に示す如く、肘関節 36 を大きく駆動すると、第
15 2 の可動リンク 72 の S 字状の凸部が第 1 のカバー 84 に干渉してしまう ((1) で示す)。この干渉は第 1 のカバー 84 の端部を切り欠くことによっても解消することができるが、第 1 のカバー 84 の端部を切り欠くと、それによって生じる間隙を被覆するために第 3 のカバー 88 の端部を上腕方向に延長させる必要がある。しかしながら、第 3 のカバー 88 の端部を上腕方向に延長させると、肘
20 関節 36 を大きく駆動したときに上腕に配置された電動モータ 76 と干渉してしまう ((2) で示す)。

第 3 のカバー 88 の端部と電動モータ 76 の干渉は、電動モータ 76 を下方に移動させることによって解消することができるが、電動モータ 76 を下方に配置すると、第 1 のカバー 84 の下方を凹部状 ((3) で示す) に形成できなくなる
25 ため、第 3 のカバー 88 のスライド量が小さくなり、よって肘関節 36 を大きく駆動したときに第 1 のカバー 84 と第 3 のカバー 88 の間に間隙が生じてしまうという不都合がある ((4) で示す)。尚、第 15 図は、 θ_1 が 75 度、 θ_2 が 75 度、即ち、 $\theta_1 + \theta_2$ が 150 度のときの肘関節 36 を示す。

従って、以下に説明するこの発明の第 2 の実施の形態においては、関節の可動

範囲を増大しつつ、リンクとカバーの干渉を防止するように構成した。

以下、この発明の第2の実施の形態に係るロボットの関節構造について説明する。

第16図は、この発明の第2の実施の形態に係るロボットの関節構造を示す、
5 第7図と同様な平面図である。

第1の実施の形態と異なる構成に焦点を当てて説明すると、第2の実施の形態にあつては、図示の如く、第2のリンク72aをくの字状に湾曲させて形成すると共に、 θ_{AB} を -15.5 度、 θ_{CD} を 30 度に設定した。

第17図から第19図は、第16図に示す肘関節36を駆動した状態を示す平面図である。尚、第17図は θ_1 が 24 度、 θ_2 が 25.7 度、即ち、 $\theta_1 + \theta_2$ が 49.7 度のときの肘関節36を示し、第18図は θ_1 が 45 度、 θ_2 が 55 度、即ち、 $\theta_1 + \theta_2$ が 100 度のときの肘関節36を示す。また、第19図は θ_1 が 68 度、 θ_2 が 82.2 度、即ち、 $\theta_1 + \theta_2$ が 150.2 度のときの肘関節36を示す。
10

前記したように、 θ_{AB} を -15.5 度とする、即ち、回転軸Bを回転軸Aより下腿リンク44側に設けることにより、第2の可動リンク72aが回転軸Aと干渉することがないため、第1の実施の形態のように、第2の可動リンク72aを第1のカバー84側に突出するような形状（回転軸Aを回避するような形状）とする必要がない。このため、第17図から第19図に示す如く、肘関節36を大きく駆動しても、第2の可動リンク72aと第1のカバー84が干渉すること
20 がない。また、第2の可動リンク72aをくの字状に湾曲させて形成したので、肘関節36を大きく駆動しても第2の可動リンク72aが回転軸Cに干渉することもない。従って、第1の実施の形態に比して、肘関節36の屈曲方向の可動範囲を一層大きくすることができる。

第20図は、 θ_{AB} を -15.5 度として θ_{CD} を変化させたときの θ_1 と θ_2 の関係を対比して示すグラフである。同図に示すように、 θ_{AB} を -15.5 度、 θ_{CD} を 30 度としたとき、 θ_1 の増加に略比例して、一対一以上の割合で θ_2 が増加することがわかる。即ち、減速機を介して電動モータ76から入力される回転角度（回転軸Aの回転角度。即ち、 θ_1 ）に対して倍以上の回転角度（
25

肘関節 3 6 全体の回転角度。即ち、 $\theta 1 + \theta 2$ ）が出力されることとなる。よって第 1 の実施の形態以上に肘関節 3 6 の屈曲方向の可動範囲を増大することができると共に、同一入力に対する肘関節 3 6 の駆動速度（回転速度）の限界値を上げることができる。

5 尚、図示の如く、 θCD を小さく設定するにつれて $\theta 1$ の増加量に対する $\theta 2$ の増加量は大きくなる。従って、 θCD を 0 度付近に設定する、即ち、下腕リンク 4 4 の長手方向（4 4 z）と直交する同一直線上（4 4 x）あるいはその近傍に回転軸 C と回転軸 D を設けることにより、肘関節 3 6 の屈曲方向の可動範囲を一層増大することができると共に、同一入力に対する肘関節 3 6 の駆動速度を上げることができる。但し、 $\theta 1$ の増加量に対する $\theta 2$ の増加量が大きくなるほど肘関節 3 6 の駆動トルクは小さくなるので、使用するアクチュエータや目的とする動作（作業）に応じて θCD を適宜設定すべきであることは前述の通りである。

10 この実施の形態にあつては、可動範囲の増大と駆動速度の向上、さらには駆動トルクの確保を最適にバランスさせるために、 θCD を 3 0 度に設定した。

15 このように、第 2 の実施の形態に係るロボットの関節構造にあつては、第 2 のリンク 7 2 a をくの字状に湾曲させて形成したので、肘関節 3 6 を大きく駆動しても、第 2 の可動リンク 7 2 a が第 1 のカバー 8 4 および回転軸 C に干渉することがなく、よって肘関節 3 6 の屈曲方向の可動範囲をより一層増大することができる。

20 また、 θAB を -1 5 . 5 度、 θCD を 3 0 度に設定したので、第 1 の実施の形態以上に肘関節 3 6 の屈曲方向の可動範囲を増大することができると共に、同一入力に対する肘関節 3 6 の駆動速度（回転速度）の限界値を上げることができる。

25 さらに、第 2 1 図に示す如く、この実施の形態にあつては $\theta 1 + \theta 2$ がおおよそ 3 . 9 度のときに R が最大値 R_{max} となることから、0 度から 3 . 9 度までが制御上利用できない回転角度となる。この値は、従来の一般的な 1 軸の関節に比して 1 / 3 程度と小さい。従って、第 1 の実施の形態と同様に、特異点に起因する伸張方向の可動範囲の減少を抑制することができる。

尚、残余の構成は第 1 の実施の形態と同じであるので、説明を省略する。

次いで、この発明の第3の実施の形態に係るロボットの関節構造について説明する。

第22図は、この発明の第3の実施の形態に係るロボットの関節構造を示す、第16図と同様な平面図である。

- 5 第1および第2の実施の形態と異なる構成に焦点を当てて説明すると、第3の実施の形態にあつては、肘関節36の過回転（駆動）を防止するための機械的な過回転防止機構を設けた。

第22図に示す如く、第1の可動リンク70上にピン90が設けられ、ピン90は、ストッパ92に穿設された円弧状の孔94に挿入される。尚、ストッパ92は上腕第1プレート42a（図示せず）に固定される。

- 10 孔94は、第1の可動リンク70が駆動されることによってピン90が描く軌跡と同様な円弧状に形成される。また、孔94の一方の終端94aは、肘関節36を駆動したとき、第1のカバー84と第2のカバー86が干渉しない位置で第1の可動リンク70の回転が終了するように設定されると共に、他方の終端94bは、 $\theta 1 + \theta 2$ が腕部リンク5が特異点姿勢をとる角度とならないように設定される。即ち、第1の実施の形態にあつては $\theta 1 + \theta 2$ が2.8度以下に、第2の実施の形態にあつては $\theta 1 + \theta 2$ が3.9度以下にならないように設定される。

- 20 これにより、第1の可動リンク70の過回転が防止され、よって肘関節36の過回転が防止されて第1のカバー84と第2のカバー86が干渉して損傷することを防止できると共に、腕部リンク5が特異点姿勢をとることを防止することができる。

尚、残余の構成および効果は第1および第2の実施の形態と同じであるので、説明を省略する。

- 25 以上のように、第1から第3の実施の形態に係るロボットの関節構造にあつては、第1の主リンク（上腕リンク42）と第2の主リンク（下腕リンク44）を第1の可動リンク70と第2の可動リンク72（72a）を介して連結すると共に、前記第1の主リンクに配置されたアクチュエータ（電動モータ76）で前記第1の可動リンク70を駆動して前記第1の主リンクと第2の主リンクを相対

変位させるロボット 1 の関節（肘関節 3 6）構造において、前記第 1 の主リンクに回転軸 A と回転軸 B を設けると共に、前記第 2 の主リンクに回転軸 C と回転軸 D を設け、前記回転軸 A、B、C、D を頂点とする四角形において対角する回転軸をそれぞれ回転軸 A と回転軸 C、回転軸 B と回転軸 D としたとき、前記回転軸 A と回転軸 C を前記第 1 の可動リンク 7 0 を介して接続する一方、前記回転軸 B と回転軸 D を前記第 2 の可動リンク 7 2（7 2 a）で接続して前記第 1 の可動リンク 7 0 と第 2 の可動リンク 7 2（7 2 a）を交差させて配置すると共に、前記回転軸 A を前記アクチュエータで駆動し、よって前記第 1 の可動リンク 7 0 を駆動して前記第 1 の主リンクと第 2 の主リンクを相対変位させるように構成した。

10 また、前記回転軸 A と回転軸 B を、前記第 1 の主リンクの長手方向（4 2 z）と直交する同一直線（4 2 x）上あるいはその近傍に設けるように構成した。

また、前記回転軸 C と回転軸 D を、前記第 2 の主リンクの長手方向（4 4 z）と直交する同一直線（4 4 x）上あるいはその近傍に設けるように構成した。

15 また、前記第 1 の可動リンク 7 0 および第 2 の可動リンク 7 2（7 2 a）の少なくともいずれかを、他方の可動リンクの回転軸と干渉しないように湾曲させる（S 字状またはくの字状に形成する）ように構成した。

また、前記第 1 の可動リンク 7 0 および第 2 の可動リンク 7 2（7 2 a）の少なくともいずれかに、前記関節が所定の角度以上回転することを防止する過回転防止機構（ピン 9 0、ストッパ 9 2、孔 9 4）を設けるように構成した。

20 また、前記関節に、前記第 1 の主リンク、第 1 の可動リンク 7 0、第 2 の可動リンク 7 2（7 2 a）、第 2 の主リンクおよびアクチュエータの外側を覆うカバーを設けると共に、前記カバーは、前記第 1 の主リンクとアクチュエータを覆う第 1 のカバー 8 4 と、前記第 2 の主リンクを覆う第 2 のカバー 8 6 と、前記第 1 のカバー 8 4 と第 2 のカバー 8 6 の間にスライド自在に介挿され、前記第 1 の可動リンク 7 0 と第 2 の可動リンク 7 2（7 2 a）を覆うと共に、前記関節の回転に伴って生じる前記第 1 のカバー 8 4 と第 2 のカバー 8 6 の間隙を被覆する第 3 のカバー 8 8 から構成されるように構成した。

25 尚、上記において、この発明に係るロボットの関節構造を脚式移動ロボット、より具体的にはヒューマノイド型のロボットを例にとって説明したが、この発明

は他の形式の移動ロボットおよび産業用ロボットにも妥当する。

また、使用するアクチュエータも電動モータに限られるものではなく、他のアクチュエータであっても良い。

また、 θAB や θCD は上記した具体例に限られるものではなく、目的とする
5 ロボットの作業（動作）に応じて適宜な値に設定すべきであることは言うまでもない。

また、第1の可動リンク70と第2の可動リンク72（72a）のうち、第2の可動リンク72（72a）を回転軸Aおよび回転軸Cに干渉しないように湾曲させたが、第1の可動リンク70を回転軸Bおよび回転軸Dに干渉しないように
10 湾曲させても良い。尚、湾曲形状も図示の例に止まらないことは言うまでもない。

産業上の利用可能性

この発明によれば、ロボットの関節構造において、第1の主リンク（例えば上
15 腕リンク）と第2の主リンク（例えば下腕リンク）を第1の可動リンクと第2の可動リンクの2本の可動リンクを介して接続すると共に、それら2本の可動リンクを交差して配置するようにしたので、入力に対する関節（例えば肘関節）全体の駆動角度を大きくすることができ、関節の屈曲方向の可動範囲を増大すると共に、駆動速度（回転速度）の限界値を上げることができる。

また、2本の可動リンクの外方への突出量が小さくなるため、可動リンクとそれらを覆うカバーの物理的な干渉が生じ難くなると共に、関節が2個の回転軸を支点として2段階にわたって屈曲されることとなつて、第1の主リンクを覆うカバーと第2の主リンクを覆うカバーが干渉し難くなり、よつて関節の屈曲方向の可動範囲を一層増大することができる。さらに、関節の回転軸を関節外方にオフ
25 セットする必要がないので、特異点に起因する伸張方向の可動範囲の減少を抑制することができる。

請求の範囲

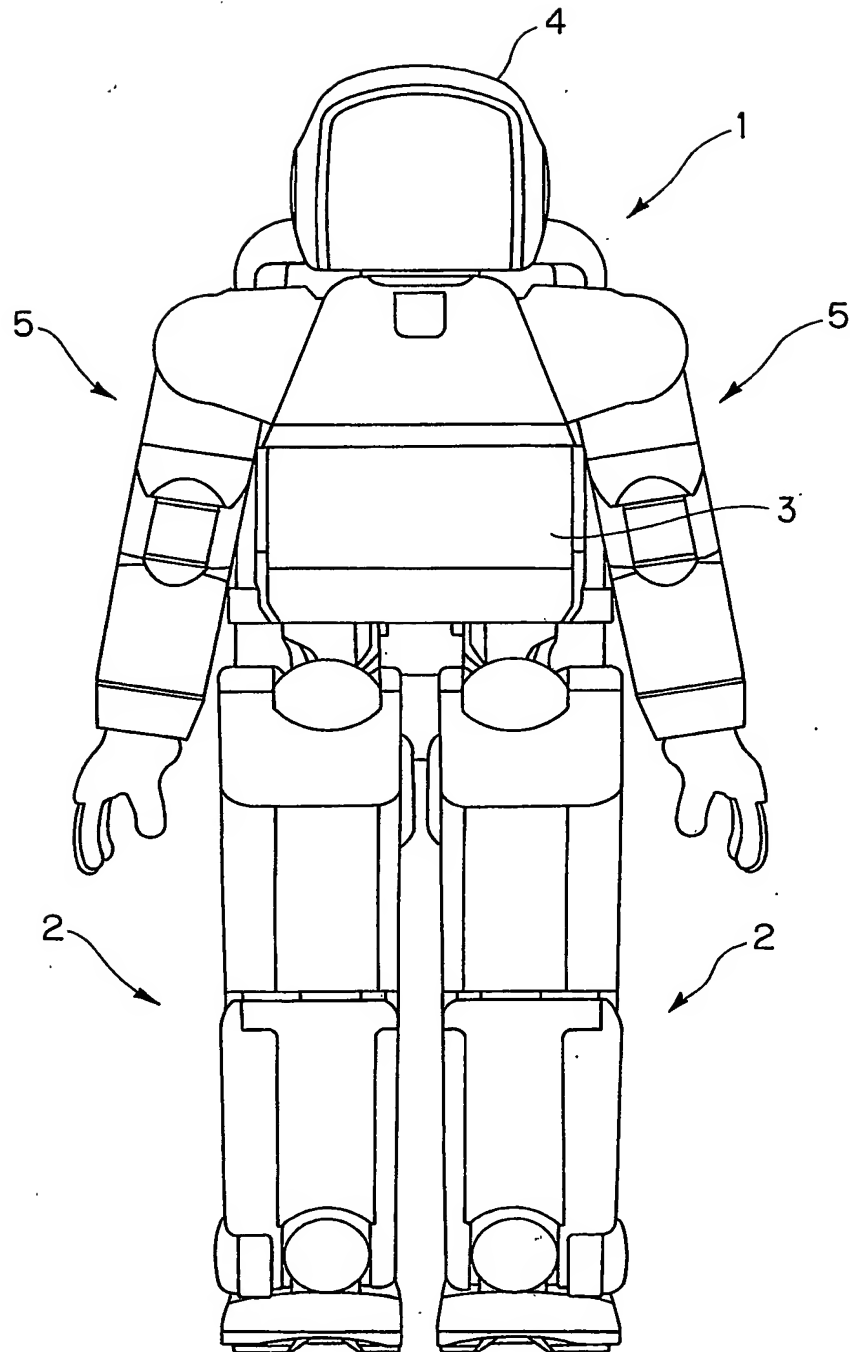
1. 第1の主リンクと第2の主リンクを第1の可動リンクと第2の可動リンクを介して連結すると共に、前記第1の主リンクに配置されたアクチュエータで前記第1の可動リンクを駆動して前記第1の主リンクと第2の主リンクを相対変位
- 5 させるロボットの関節構造において、前記第1の主リンクに回転軸Aと回転軸Bを設けると共に、前記第2の主リンクに回転軸Cと回転軸Dを設け、前記回転軸A、B、C、Dを頂点とする四角形において対角する回転軸をそれぞれ回転軸Aと回転軸C、回転軸Bと回転軸Dとしたとき、前記回転軸Aと回転軸Cを前記第1の可動リンクを介して接続する一方、前記回転軸Bと回転軸Dを前記第2の可
- 10 動リンクで接続して前記第1の可動リンクと第2の可動リンクを交差させて配置すると共に、前記回転軸Aを前記アクチュエータで駆動し、よって前記第1の可動リンクを駆動して前記第1の主リンクと第2の主リンクを相対変位させることを特徴とするロボットの関節構造。
- 15 2. 前記回転軸Aと回転軸Bを、前記第1の主リンクの長手方向と直交する同一直線上あるいはその近傍に設けたことを特徴とする請求の範囲第1項記載のロボットの関節構造。
3. 前記回転軸Cと回転軸Dを、前記第2の主リンクの長手方向と直交する同一
- 20 直線上あるいはその近傍に設けたことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載のロボットの関節構造。
4. 前記第1の可動リンクおよび第2の可動リンクの少なくともいずれかを、他方の可動リンクの回転軸と干渉しないように湾曲させたことを特徴とする請求
- 25 の範囲第1項から第3項のいずれかに記載のロボットの関節構造。
5. 前記第1の可動リンクおよび第2の可動リンクの少なくともいずれかに、前記関節が所定の角度以上回転することを防止する過回転防止機構を設けたことを特徴とする請求の範囲第1項から第4項のいずれかに記載のロボットの関節

構造。

6. 前記関節に、前記第1の主リンク、第1の可動リンク、第2の可動リンク、第2の主リンクおよびアクチュエータの外側を覆うカバーを設けると共に、前記
- 5 カバーは、前記第1の主リンクとアクチュエータを覆う第1のカバーと、前記第2の主リンクを覆う第2のカバーと、前記第1のカバーと第2のカバーの間にスライド自在に介挿され、前記第1の可動リンクと第2の可動リンクを覆うと共に、前記関節の回転に伴って生じる前記第1のカバーと第2のカバーの間隙を被覆する第3のカバーから構成されることを特徴とする請求の範囲第1項から第5
- 10 項のいずれかに記載のロボットの関節構造。

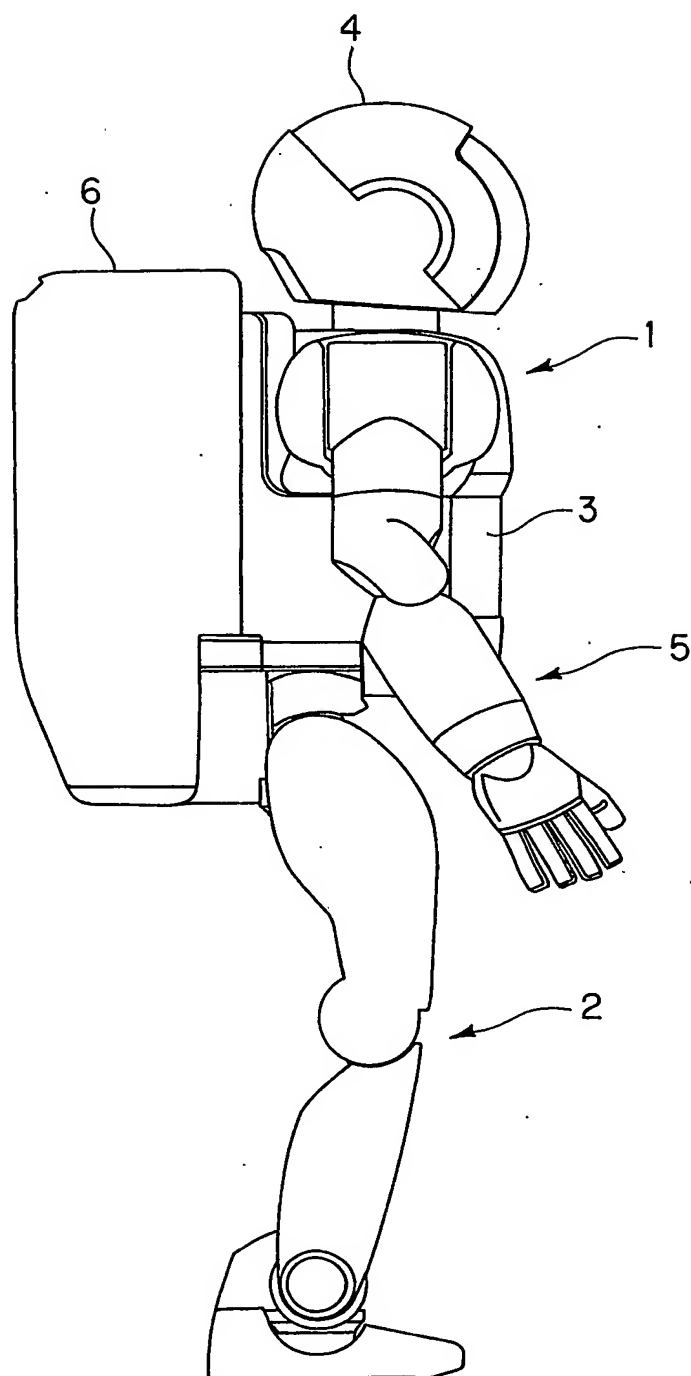
1/21

第1図



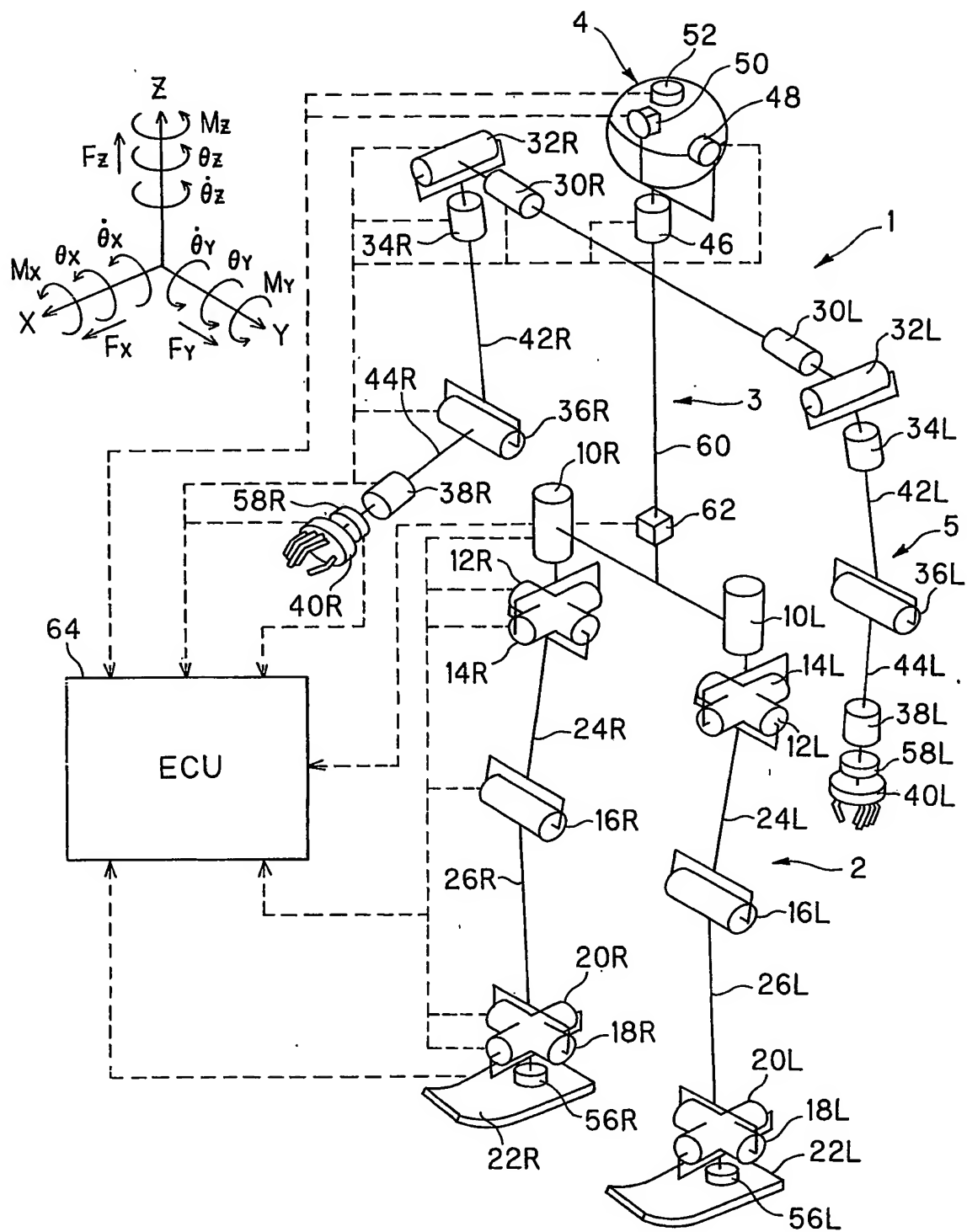
2/21

第 2 図



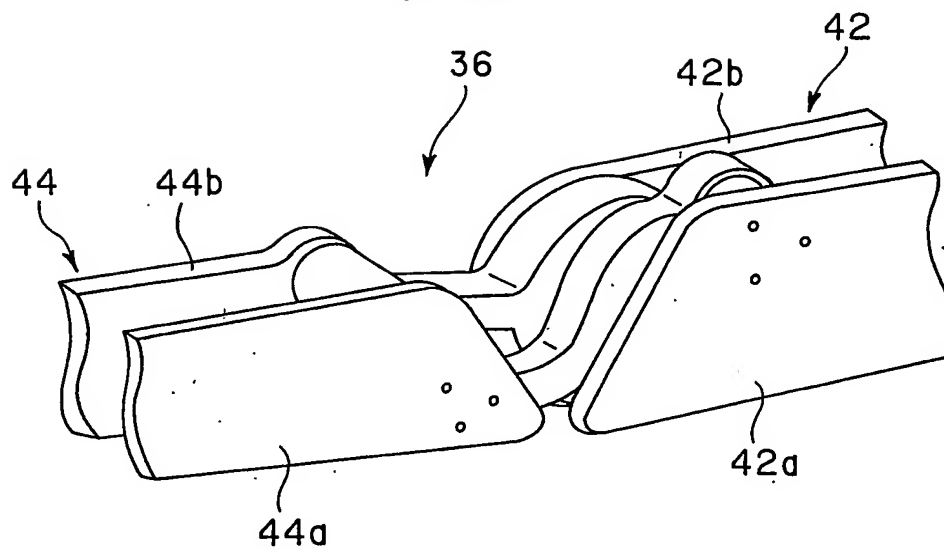
3/21

第3図

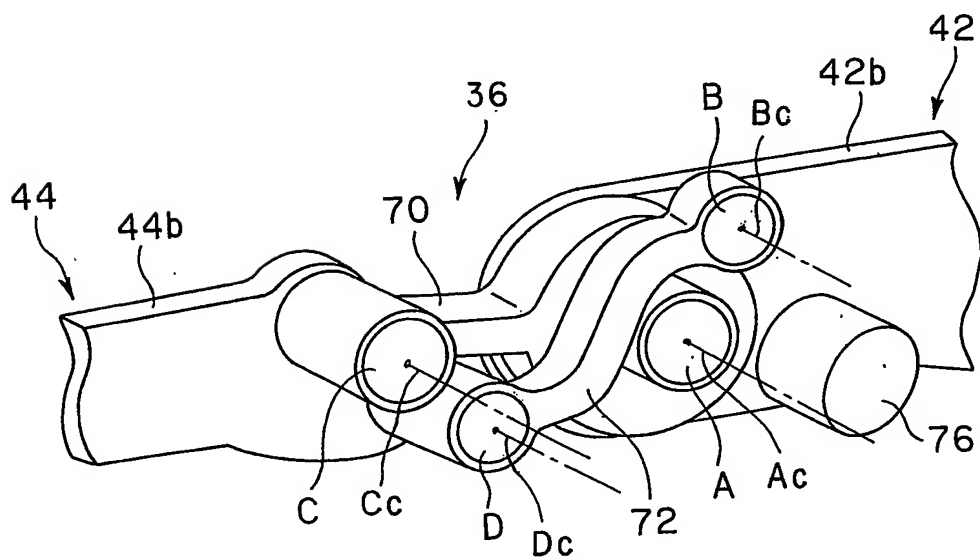


4/21

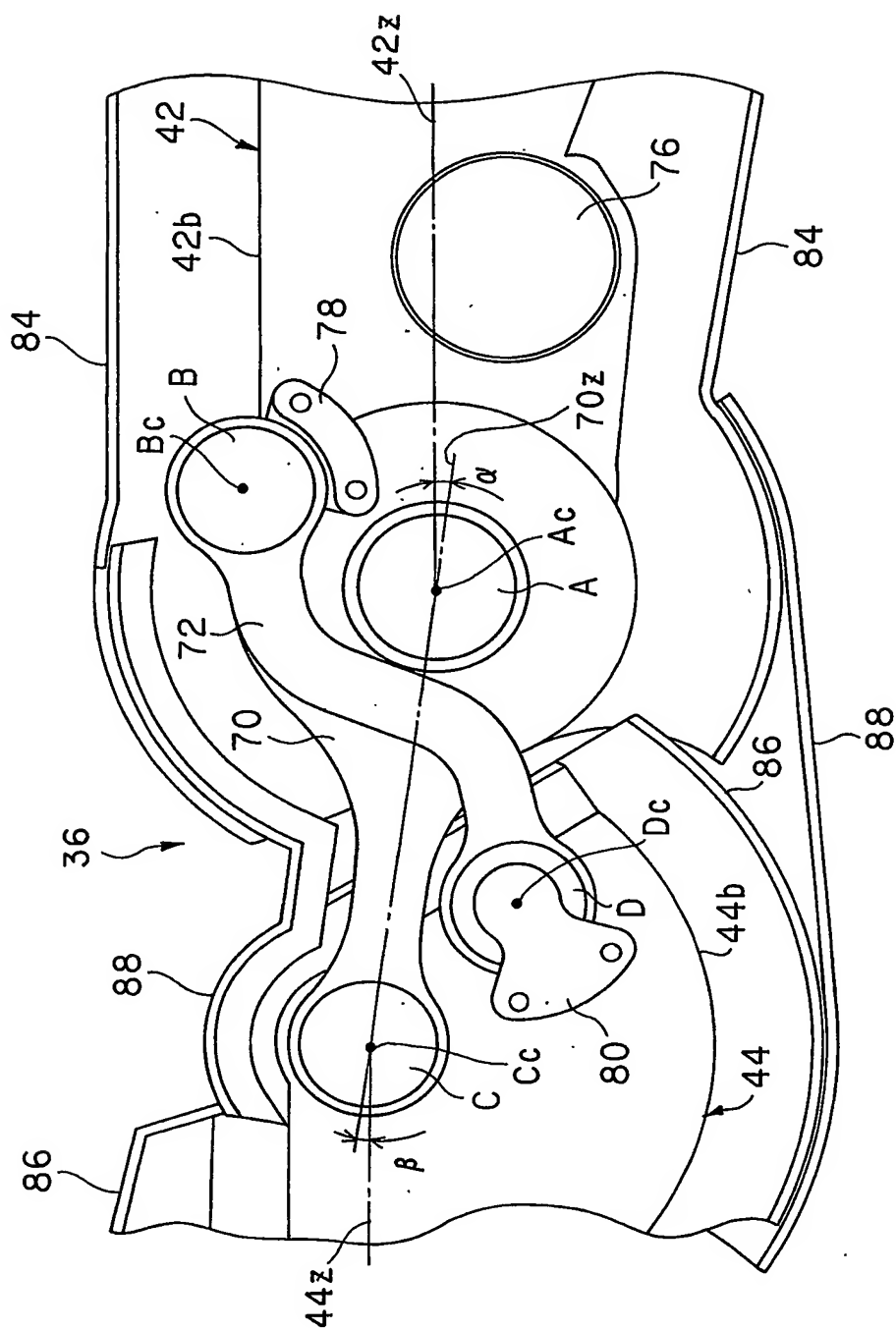
第4図



第5図

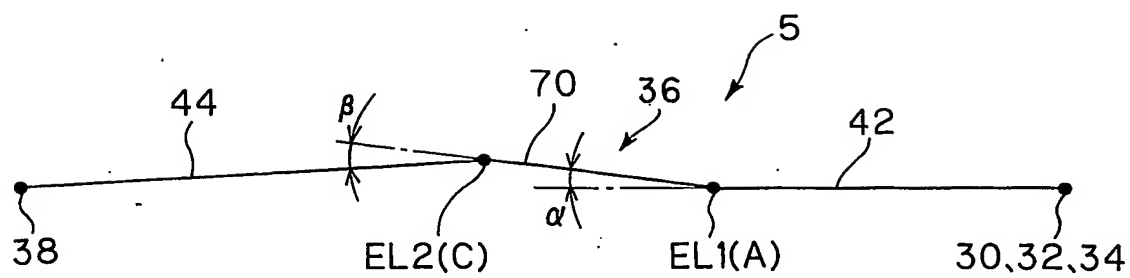


凶人無

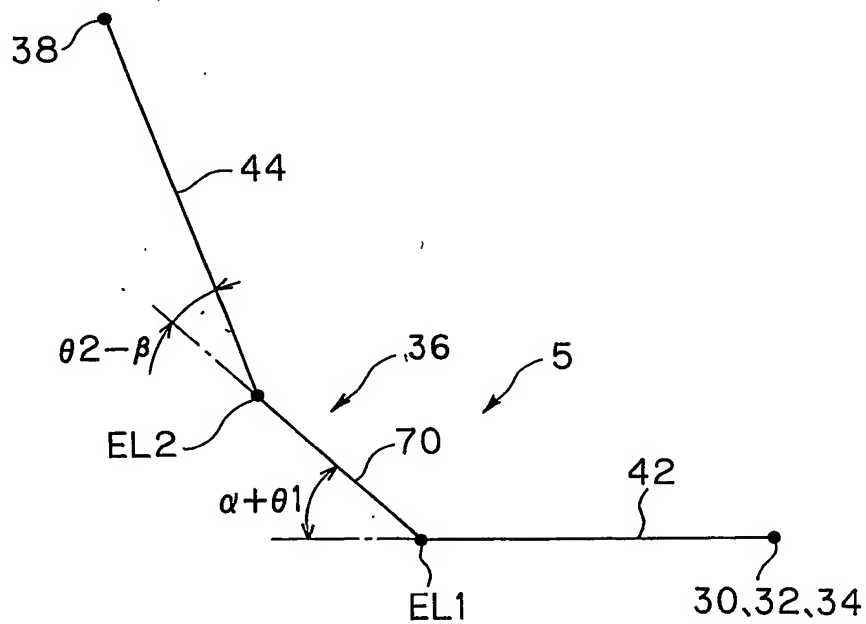


9/21

第10図

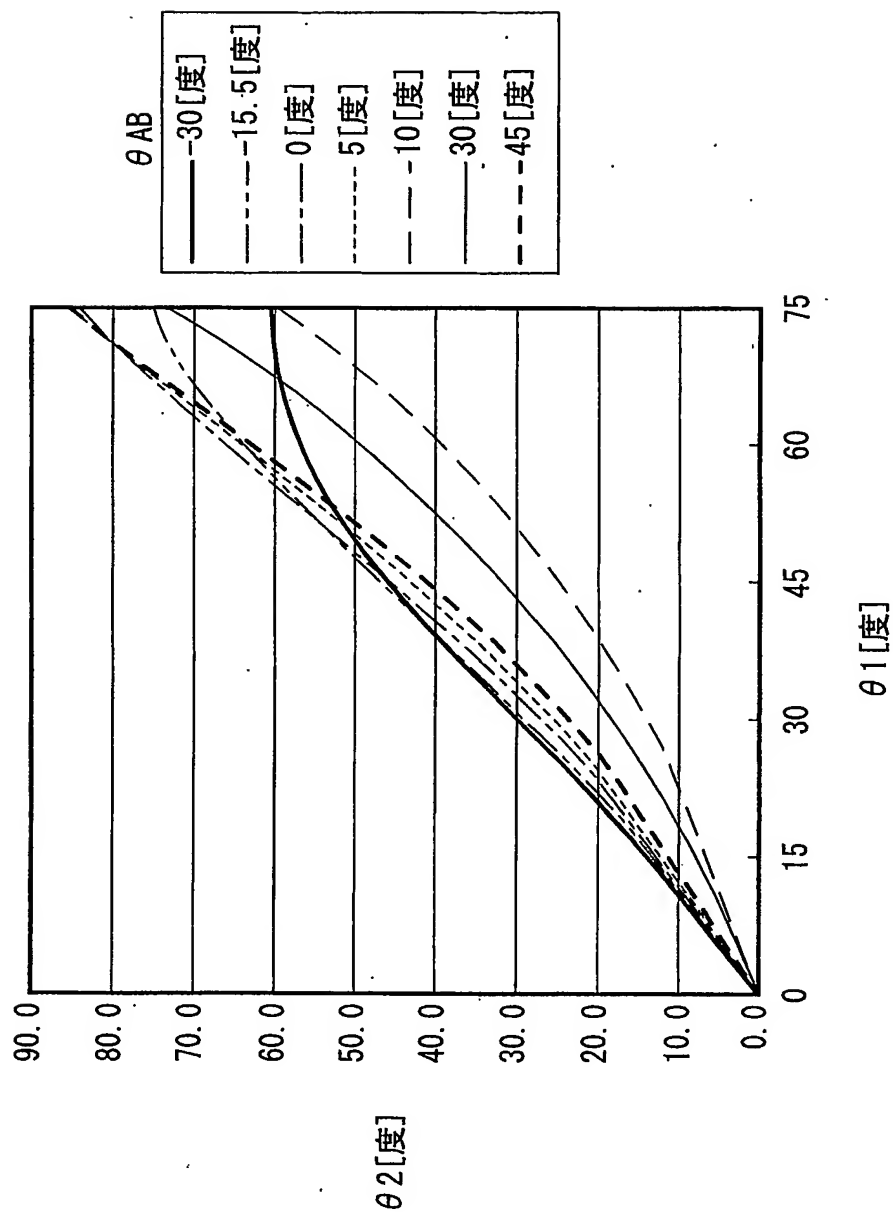


第11図

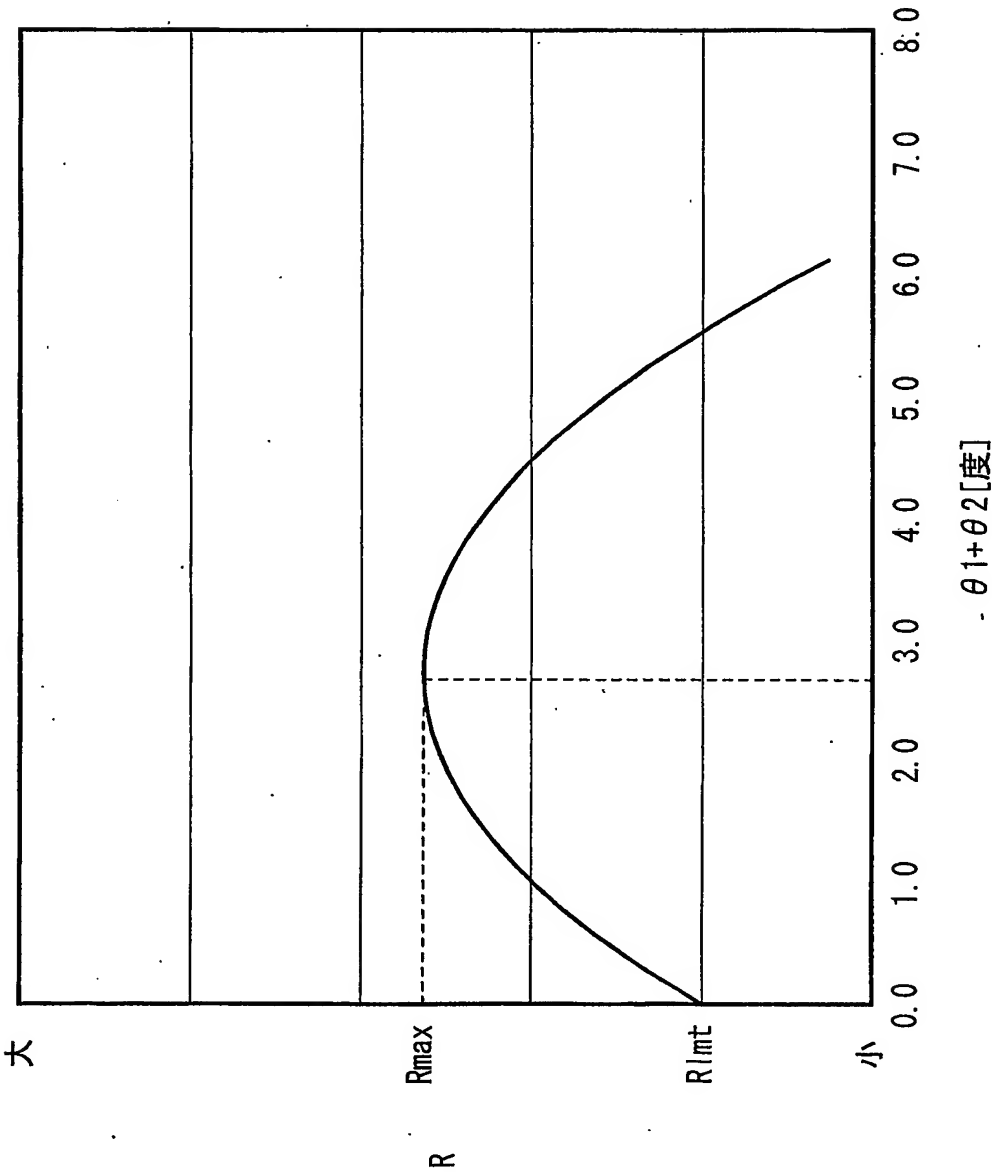


10/21

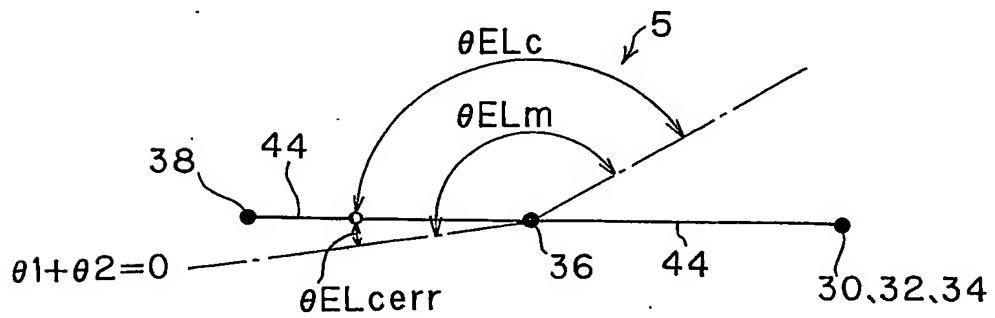
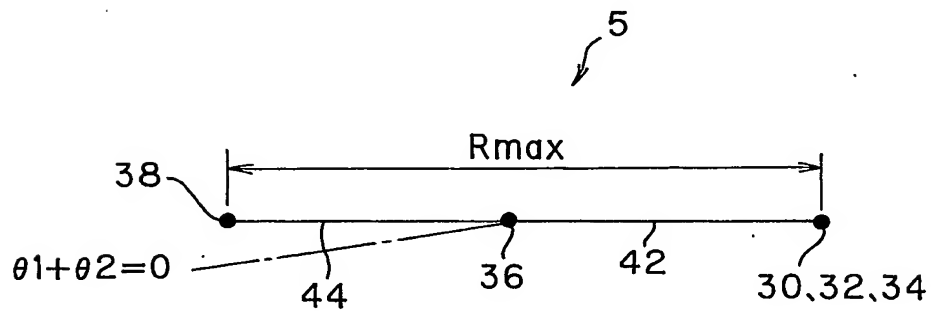
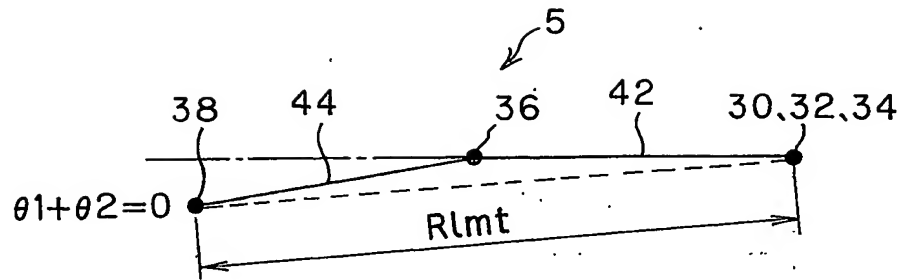
第12図



第13図

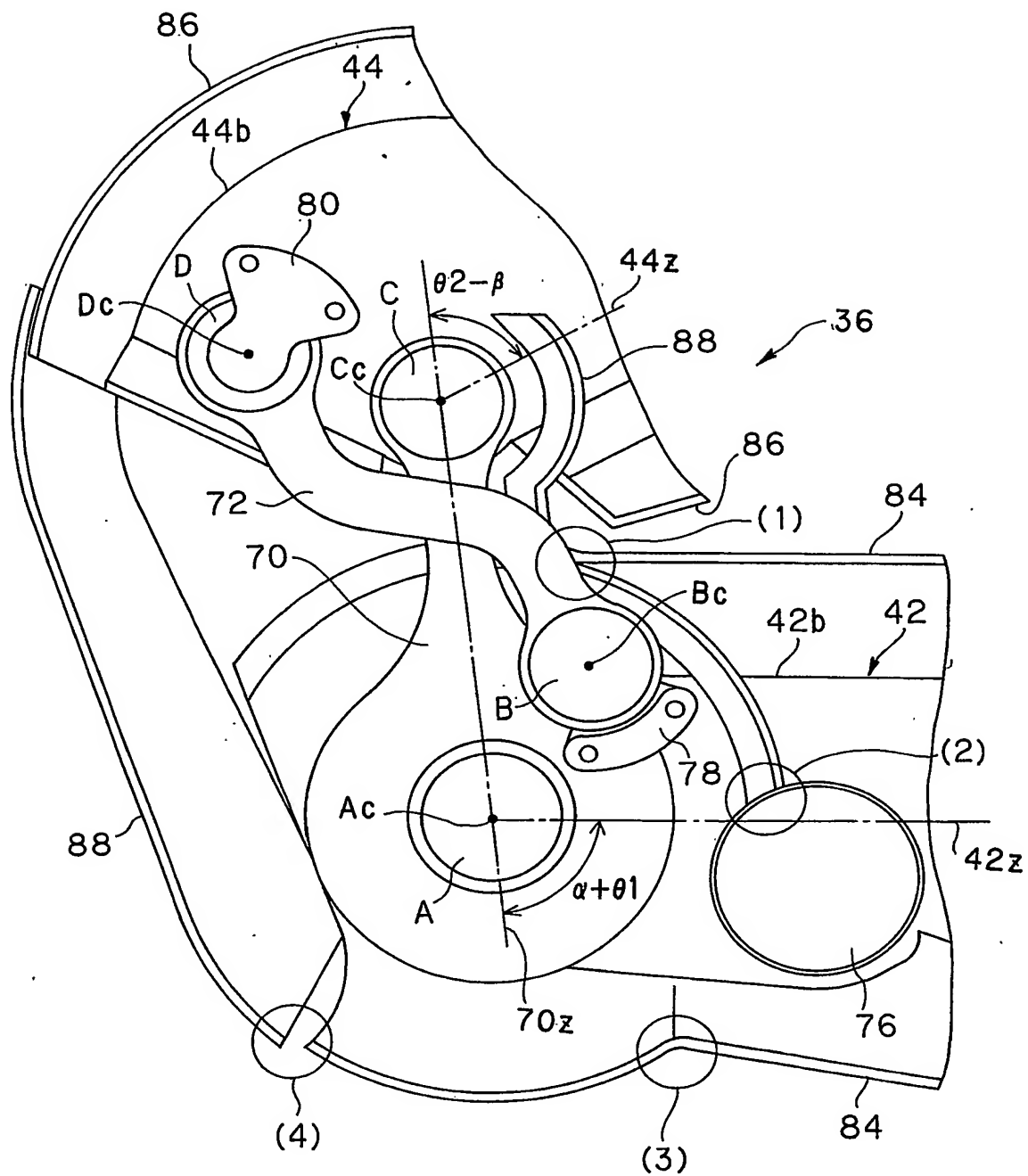


第14図

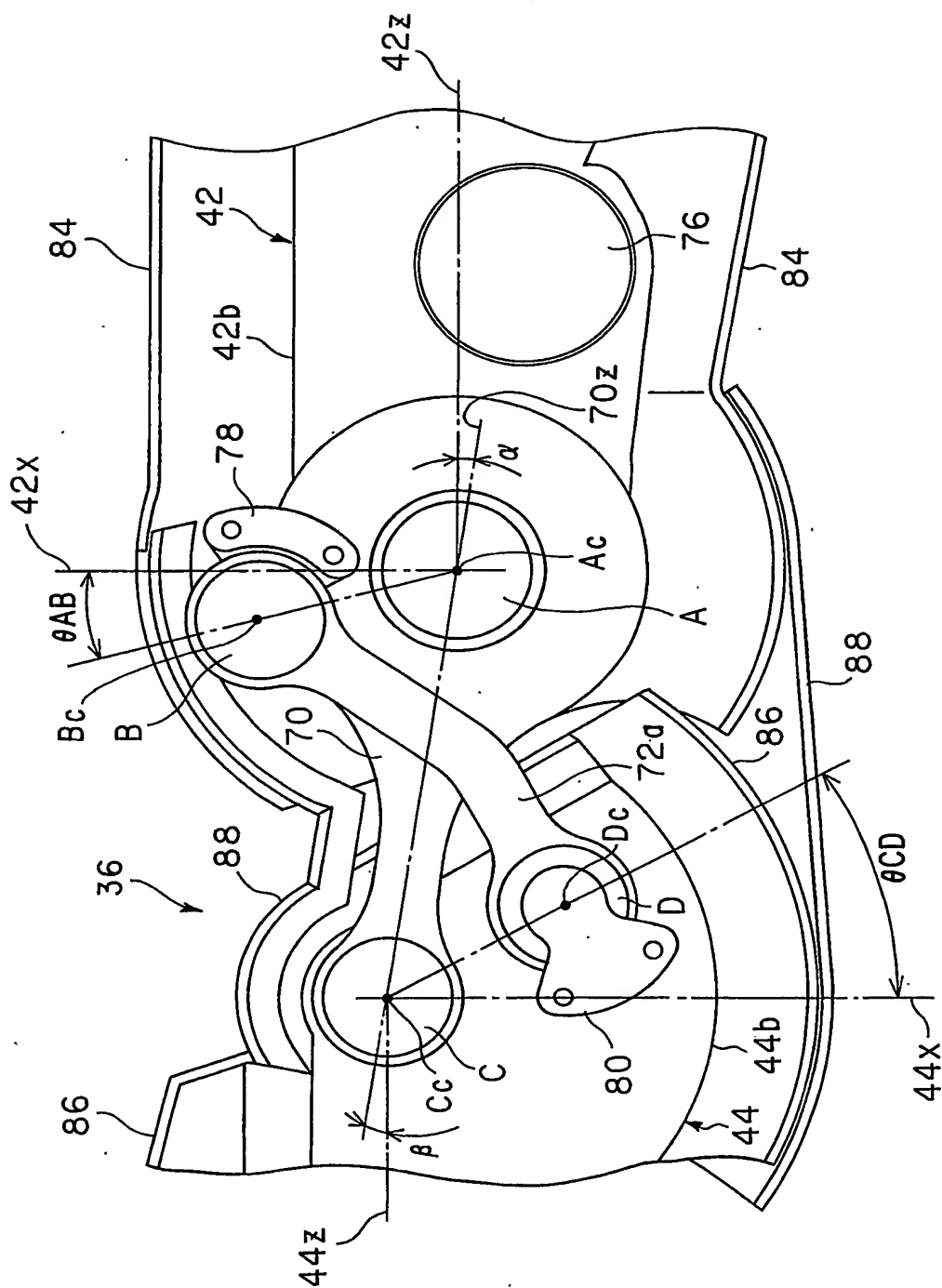


13/21

第15図

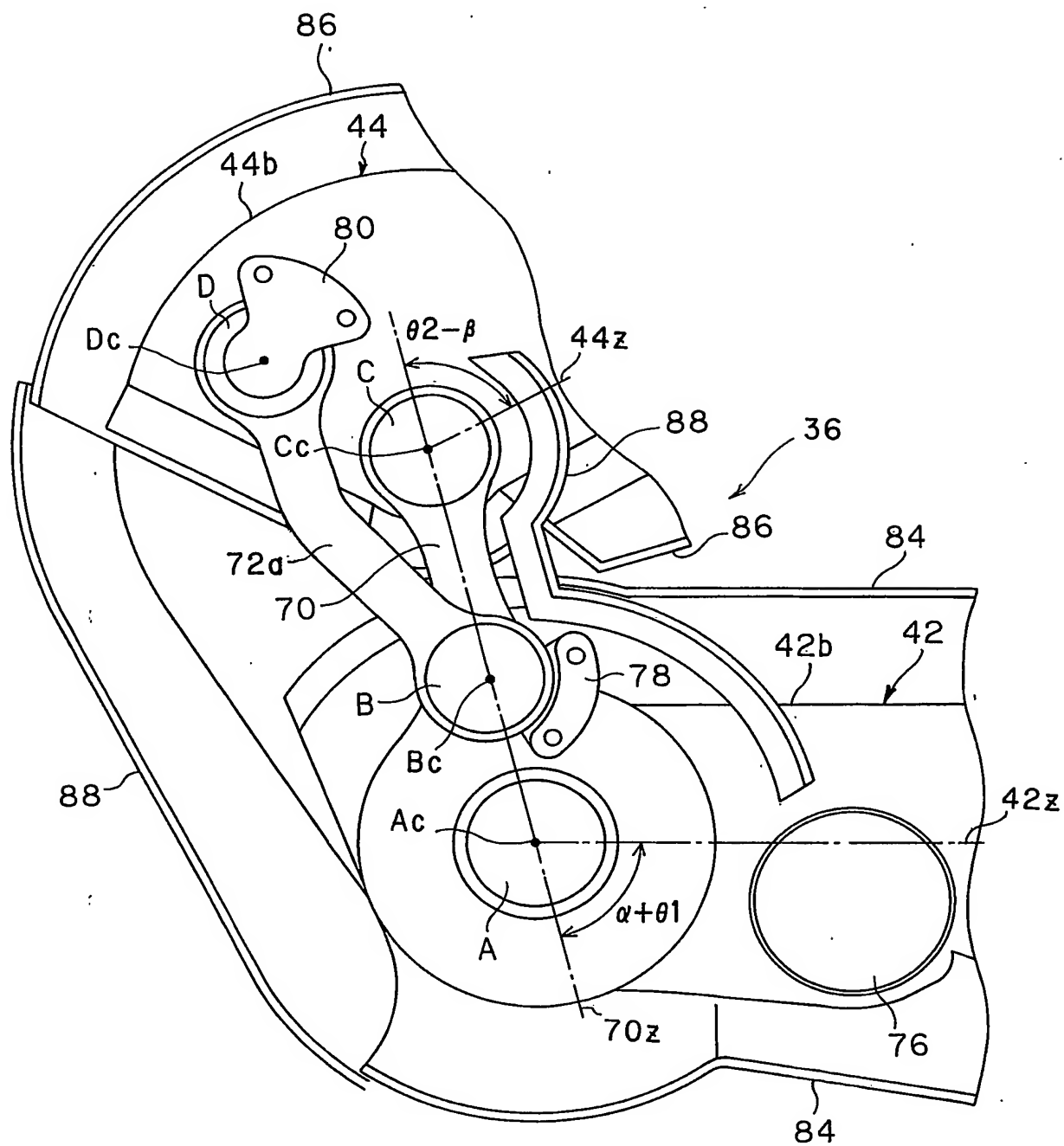


第16図



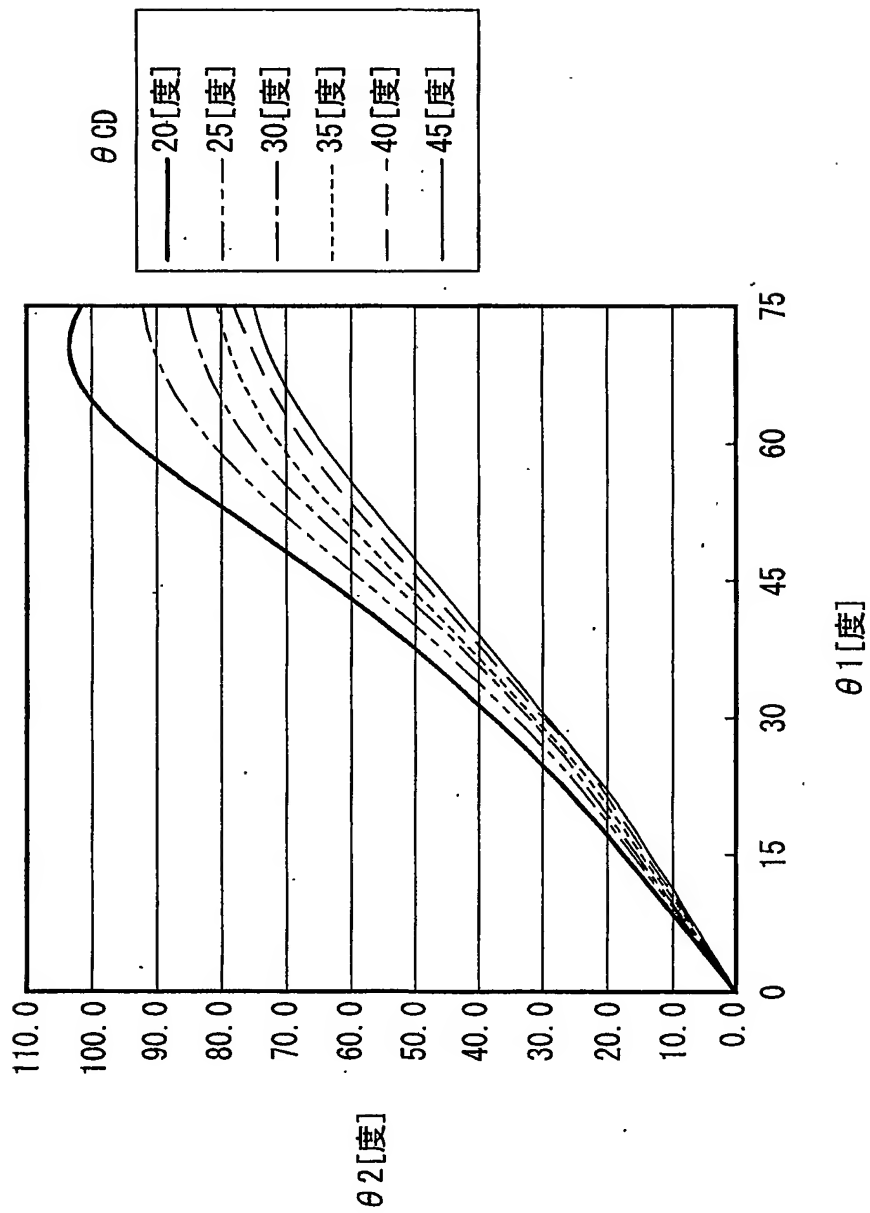
17/21

第19図

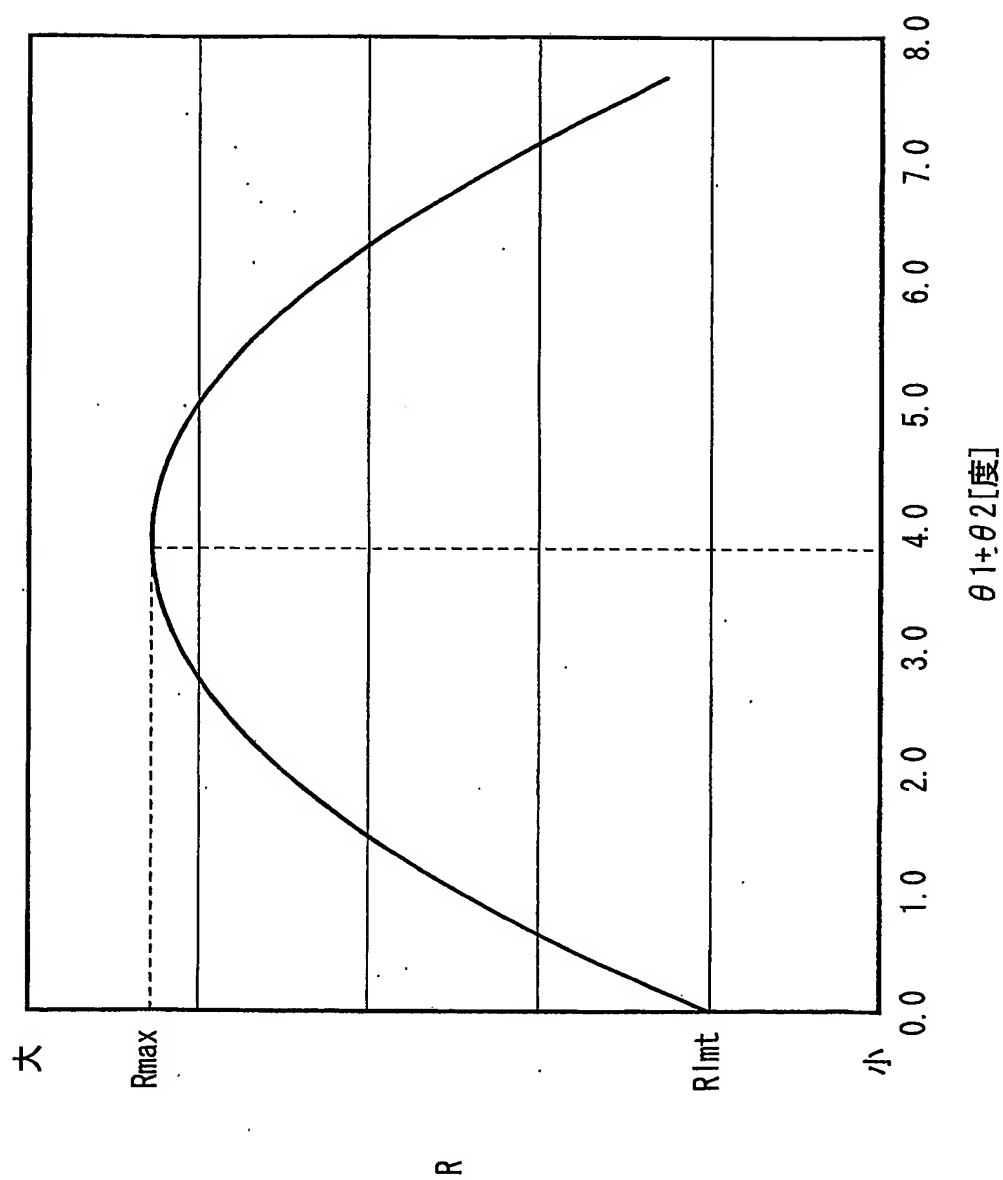


18/21

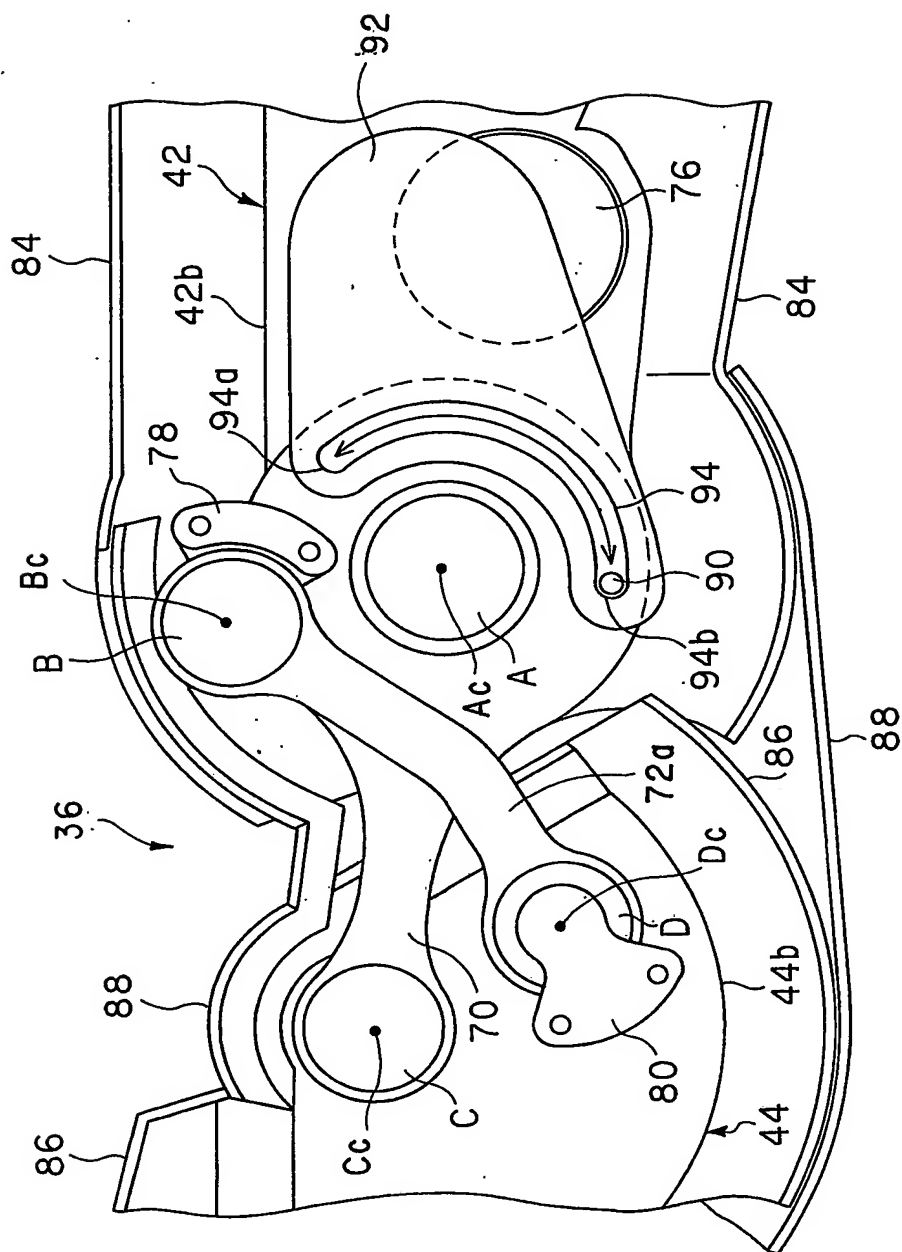
第20図



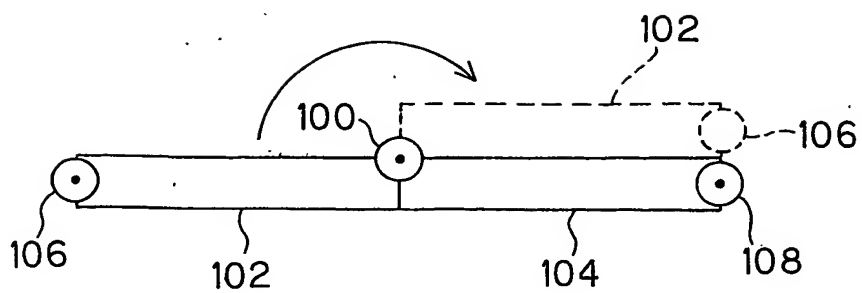
第21図



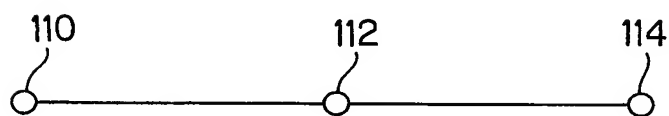
無22図



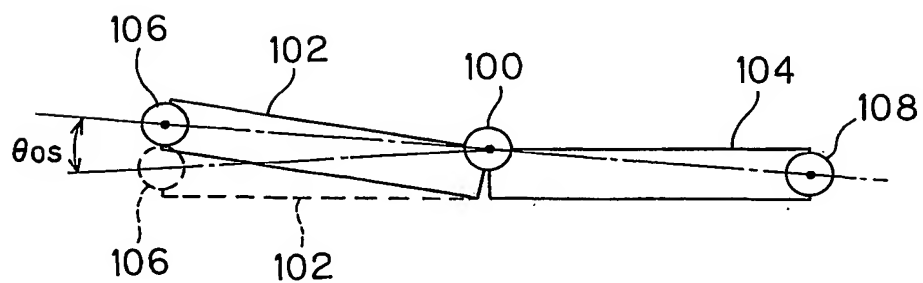
第 23 図



第 24 図



第 25 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13328

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ B25J17/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ B25J1/00-21/02, A63H1/00-37/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 185599/1984 (Laid-open No. 99496/1986) (Kubota Tekko Kabushiki Kaisha), 25 June, 1986 (25.06.86), Page 8, line 17 to page 12, line 4; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-5
Y		6
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 159798/1986 (Laid-open No. 64489/1988) (Kobe Steel, Ltd.), 28 April, 1988 (28.04.88), Page 6, line 12 to page 7, line 9; Fig. 2 (Family: none)	6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 January, 2004 (13.01.04)Date of mailing of the international search report
27 January, 2004 (27.01.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO3/13328

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. 7 B25J17/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 B25J1/00-21/02 A63H1/00-37/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	日本国実用新案登録出願59-185599号 (日本国実用新案登録出願公開61-99496号) の願書に最初に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (久保田鉄鋼株式会社), 1986. 06. 25, 第8頁第17行-第12頁第4行, 第1図, 第2図 (ファミリーなし)	1-5 6
Y	日本国実用新案登録出願61-159798号 (日本国実用新案登録出願公開63-64489号) の願書に最初に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社神戸製鋼所), 1988. 04. 28, 第6頁第12行-第7頁第9行, 第2図 (ファミリーなし)	6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 01. 2004

国際調査報告の発送日

27. 1. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

所村 美和

3C

3118

電話番号 03-3581-1101 内線 3324